

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

KÄYTTÖOMAISUUDEN HALLINTA ELINJAKSON OPEROINTIVAIHEESSA

EUK:n tutkielma

Kapteeni
Mika Ihamäki

Esiupseerikurssi 62
Maasotalinja

Huhtikuu 2010

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

| | |
|---|---|
| Kurssi Esiupseerikurssi 62 | Linja Maasotalinja |
| Tekijä Kapteeni Mika Juhani IHAMÄKI | |
| Tutkielman nimi KÄYTTÖOMAISUUDEN HALLINTA ELINJAKSON OPEROINTIVAIHEESSA | |
| Oppiaine johon työ liittyy Tekniikka | Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto) |
| Aika Huhtikuu 2010 | Tekstisivuja 33 |
| TIIVISTELMÄ <p>Kunnossapidon kustannustehokkuuden tavoitteleminen on ollut pitkäjänteinen trendi, joka on siirtynyt teollisuusyrityksistä puolustusvoimiin. Kumppanuuksien avulla on pyritty tilanteeseen, jossa voidaan keskittyä ydintoimintoihin sekä saavutetaan kustannussäästöjä. Puolustusvoimissa on myös tarve lisätä kustannusten läpinäkyvyyttä sekä tietoisuutta kustannusten muodostumisesta suorituskyvyn koko elinjakson ajalta. Samalla järjestelmät, joista suorituskky rakennetaan, ovat muuttuneet yhä monimutkaisemmiksi. Tarve laite-toimittajan tai kunnossapitoyrityksen erikoistuneelle asiantuntijuudelle ongelmien ratkaisemiseksi kustannustehokkaalla tavalla on ilmeinen.</p> <p>Tässä tutkimuksessa selvitettiin kunnossapitostrategian perusteita maanpuolustukseen tarkoitetun suorituskkyomaisuuden hallinnan kautta. Kunnossapitostrategian lähtökohtana käytetään fyysisen käyttöomaisuuden hallintaa. Strategian päämääränä on systemaattisella ja ennakoivalla tilannekuvaan perustuvalla suunnittelulla saavuttaa toiminnalliset tavoitteet kustannukset minimoiden. Tilannekuva antaa perusteet sekä suorituskyvyn tehokkaalle käytölle että suorituskkytason ylläpitämiselle ja kehittämiselle. Ennakoivan kunnossapidon suunnittelu perustuu järjestelmälle asetetuista mittareista saatavaan luotettavaan ja oikea-aikaiseen tietoon. Tutkimuksessa käsitellään myös suorituskyvyn, kunnossapidon ja käyttöomaisuuden hallinnan käsitteitä ja perusteita.</p> <p>Tutkimusmenetelmänä oli kirjallisuustutkimus, jossa kunnossapitoon sekä elinjaksoon ja sen kustannuksiin liittyvän aineiston avulla pyrittiin löytämään käyttöomaisuuden hallintaan liittyviä riskejä sekä mahdollisuuksia. Tutkielman tärkeimpinä kirjallisina lähteinä olivat Jyri Kosolan <i>Suorituskyvyn elinjakson hallinta</i> sekä Jorma Järviön <i>Kunnossapito</i>. Aineistoa täydennettiin käyttöomaisuuden hallintaan liittyvillä tutkimuksilla ja artikkeleilla. Aikaisemmista tutkimuksista keskeisinä lähteinä olivat Petteri Hemmingin <i>Vaatimustenhallinta elinjakson operointivaiheen aikana</i>, Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnalle tehty tutkimus <i>Elinkaarenaikainen kustannustehokkuus- ja suorituskkytietä päätöksenteon tukena</i> ja Teknologian kehittämisskeskuksen katsaus <i>Fyysisen käyttöomaisuuden hallinnan taustaselvitys</i>.</p> <p>Tutkimuksen keskeisenä tuloksena ilmeni, että tarve käyttöomaisuuden hallinnalle kunnossapitostrategian kautta on ilmeinen. Kasvavat kustannukset ja järjestelmien monimutkaisuus suhteessa suorituskyvyn kokonaistehokkuuden vaatimuksiin asettavat kunnossapidon yhdeksi maanpuolustuksen avainprosessiksi. Hyvin valmisteltu kunnossapitostrategia mahdollistaa pitkäjänteisen kehityksen, jolloin suorituskkyyn liittyvälle päätöksenteolle löytyvät systemaattisen suunnittelun ja analysoinnin avulla selkeät perusteet.</p> | |
| AVAINSANAT Suorituskky, Kunnossapito, Käyttövarmuus, Tilannekuva, Käyttöomaisuus | |

TUTKIELMAN SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-----------|---|----|
| 1. | JOHDANTO | 1 |
| 1.1. | Tutkimusaihe | 1 |
| 1.2. | Tutkimusongelma ja -menetelmä | 2 |
| 1.3. | Viitekehys | 2 |
| 1.4. | Lähdeaineisto | 3 |
| 1.5. | Dispositio | 4 |
| 2. | SUORITUSKYKY | 4 |
| 2.1. | Suorituskyvyn osa-alueet | 4 |
| 2.2. | Suorituskyvyn operointivaihe | 6 |
| 2.3. | Suorituskyvyn tilannekuva operointivaiheessa | 7 |
| 2.4. | Suorituskyvyn kustannukset operointivaiheessa | 9 |
| 3. | KUNNOSSAPITO | 11 |
| 3.1. | Kunnossapito suorituskyvyn ylläpitämiseksi | 11 |
| 3.2. | Käyttövarmuuden hallinta | 14 |
| 3.2.1. | Luotettavuuden hallinta | 15 |
| 3.2.2. | Kunnossapidon palveluprosessi | 15 |
| 3.2.3. | Kunnossapidon logistiikka | 16 |
| 3.3. | Tekninen tilannekuva | 17 |
| 3.3.1. | Teknisen tilannekuvan syöte | 19 |
| 3.3.2. | Teknisen tilannekuvan tuotos | 20 |
| 4. | KUNNOSSAPITOSTRATEGIAN KEHITTÄMINEN | 21 |
| 4.1. | Kunnossapidon perusteet puolustusvoimissa | 21 |
| 4.2. | Suorituskykymateriaalin kunnossapitoon kohdistuvat haasteet | 22 |
| 4.3. | Käyttöomaisuuden hallinta | 24 |
| 4.4. | Kunnossapidon strategian kehittäminen | 26 |
| 5. | JOHTOPÄÄTÖKSET | 29 |
| 5.1. | Suorituskyvyn asettamat vaatimukset | 29 |
| 5.2. | Kunnossapito osana käyttöomaisuuden hallintaa | 29 |
| 5.3. | Tekninen tilannekuva ja kunnossapidon järjestelyt | 31 |
| 5.4. | Tarkastelu ja jatkotutkimus | 32 |

KÄYTTÖOMAISUUDEN HALLINTA ELINJAKSON OPEROINTIVAIHEESSA

1. JOHDANTO

1.1. Tutkimusaihe

Puolustusvoimien logistiikkastrategian 2009–2020 mukaan puolustusvoimien hallinnassa olevan materiaalin pitäminen toimintakelpoisena ja varaosatarpeen määrittäminen sekä varaosien täydentäminen kuuluvat kunnossapitojärjestelmälle. Materiaalin käytettävyys saavutetaan ennakoivalla kunnossapidolla ja toissijaisesti vikakorjauksin. Järjestelmän luotettavuus ja joustavuus perustuvat tilannekuvan tuottamiin ennusteisiin ja arvioihin, joiden avulla toimintaa suunnitellaan ja kehitetään ennakoivasti. [1]

Suomen sotilaallisen puolustamisen vaatima suorituskky perustuu suorituskvyn ylläpito- ja kehittämistoimiin sekä valmiuden ylläpitoon. Suorituskvyn ylläpitäminen vaatii resursseja, joista tärkein on raha. On löydettävä tasapaino riittävän suorituskvyn ylläpitämiseksi annetuilla resursseilla. Tutkimuksessa pyritään yhdistämään suorituskvyn käsite teollisuudessa käytettävään kunnossapidon käsitteeseen arvioitaessa tuotannon kokonaistehokkuutta. Tavoitteena on suorituskvyn johtaminen kokonaistaloudellisuuden näkökulmasta. Maanpuolustuksen käyttöomaisuuteen on sidottu erittäin merkittävät pääomat. Käyttöomaisuus ollessa pitkäikäistä elinjakson aikaisilla toimenpiteillä on suuri merkitys tuottavuuden säilymiselle.

Elinjakson operointivaiheen suorituskkyvaatimuksien kannalta on tärkeää, että järjestelmät saavuttavat korkean käyttövarmuustason. Järjestelmien muuttuessa yhä teknisemmiksi kunnossapidon vaatimustaso nousee. Järjestelmien pitkä elinjakso vaatii suunnitelmallista käyttövarmuuden hallintaa, jonka vaikutukset ulottuvat järjestelmän suorituskvyn rakentamisvaiheesta sen hallittuun alasajo. Elinjakson operointivaiheen suorituskvyn ylläpidon kannalta on tärkeää, että järjestelmät ovat käytettävissä. Suorituskvyn korkean käyttövarmuustason eli käytettävyyden saavuttaminen vaatii jo elinjakson hankevaiheessa laadittua kunnossapitokonseptia, joka rakentuu valitun kunnossapitostrategian mukaisesti. Järjestelmien suorituskvyn kokonaistehokkuus vaatii kunnossapidon ja käyttöomaisuuden hallinnan nykytilan selvitystä sekä jatkuvaa kunnossapidon kehittämistyötä

Suorituskvyn todellinen taso määräytyy aina alimmalla tasolla olevan suorituskvyn osa-alueen mukaisesti. Suorituskvyn kokonaisvastuu operointivaiheessa pitää sisällään tilannekuvan seuraamisen kaikilta suorituskvyn osa-alueilta. On tunnistettava eri osa-alueiden si-

dosryhmät sekä löydettävä väline muodostaa ja jakaa ajan tasalla olevaa selkeää tilannekuvaa. Tilannekuvan analysointi antaa perusteet suorituskyvyn ylläpitoon liittyvään päätöksentekoon. Tilannekuvan luonne on kaksijakoinen: toisaalta se antaa omistajalleen tilannekuvan suorituskyvystä ja toisaalta se toimii perustana käyttövarmuuden hallinnalle ja siihen suunnattaville resursseille. Kunnossapidon tunnuslukujen mittarien tulee olla laajemmin asetettuja, tarkempia ja reaaliaikaisempia kuin suorituskyvyn kokonaiskuvan muodostamiseen vaadittavat tunnusluvut.

1.2. Tutkimusongelma ja -menetelmä

Tutkielman tavoitteena ja päättökysongelmana on selvittää mitkä ovat elinjakson operointivaiheen käyttövarmuuden hallinnassa vaikuttavat tekijät käyttöomaisuuden hallinnan näkökulmasta.

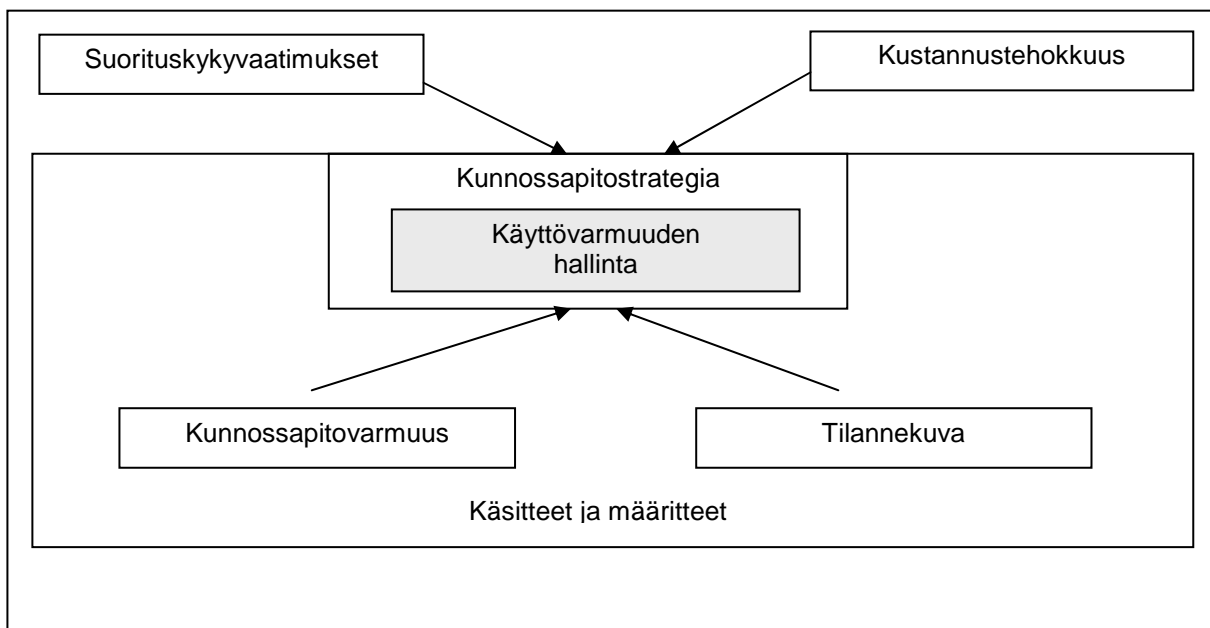
Tutkielman alaongelmina on selvittää:

1. Mikä on suorituskyvyn ja kustannusten suhde elinjakson operointivaiheessa?
2. Miten tekninen tilannekuva ja – tieto vaikuttavat suorituskyvyn kunnossapitoon?

Tutkimuksen menetelmällinen luonne on kvalitatiivinen tutkimus. Tutkimusmenetelmänä käytetään kartoittavaan kirjallisuustutkimukseen perustuvaa dokumenttianalyysiä, josta muodostetaan johtopäätökset.

1.3. Viitekehys

Tutkielman viitekehyksessä suorituskyykyvaatimusten ja kustannustehokkuuden suhde luodellitykset suorituskyyvyn operointivaiheen kunnossapitostrategia laatimiselle. Kunnossapitostrategian keskeisenä elementtinä on käyttövarmuuden hallinta, joka vaatii luotettavan tilannekuvan sekä kunnossapitovarmuuden osatekijöiden hallintaa. Lisäksi tutkielmassa käsitellään lyhyesti kunnossapitoon liittyviä käsitteitä ja määritteitä.



Kuva 1: Tutkielman viitekehys.

1.4. Lähdeaineisto

Kunnossapidon strategioiden kehittämisestä ja tutkimisesta löytyy paljon tutkimustuloksia ja kirjallisuutta yritysmaailmasta. Puolustusvoimissa kunnossapidon kokonaisvaltainen hallinta ja sen kustannustehokkuus ovat kuitenkin nousseet vasta viime vuosina selkeästi esille. Kustannusten selvittäminen ja kohdentaminen oikealle taholle ja oikeassa vaiheessa elinjaksoa on lisännyt myös puolustusvoimissa kustannustietoisuutta. Kohoavat kustannukset suhteessa rajalliseen budjettirahoitukseen vaativat kustannustehokkuutta riittävän suorituskyvyn aikaansaamiseksi. Puolustusvoimissa 2008 tapahtuneen rakennemuutoksen kunnossapidon uudelleen järjestelyistä kumppanuussopimuksineen ei ole vielä laaja-alaista tutkimustietoa. Peruslainalaisuudet, jotka esiintyvät vanhemmissa tutkimuksissa toki pätevät, mutta näkökulma on eri. Vanhemmissa tutkimuksissa painottuu optimaalinen toiminnanohjaus ilman kokonaisvaltaista kustannus- vastaan suorituskyynäkökulmaa. [2, 3]

Tutkielman tärkeimmät kirjallisuuslähteet ovat Jyri Kosolan *Suorituskyvyn elinjakson hallinta*, Jorma Järviön toimittama ja pääosin kirjoittama *Kunnossapito* vuodelta 2007 sekä Henry Mikkosen toimittama *Kuntoon perustuva kunnossapito*. Aikaisemmista tutkimuksista tärkeimpinä ovat Petteri Hemmingin yleisesiupseerikurssin diplomityö *Vaatimustenhallinta elinjakson operointivaiheessa*, Maanpuolustuksen tieteelliselle neuvottelukunnalle tehty tutkimus *Elinkaarenaikainen kustannustehokkuus- ja suorituskykytieto päätöksenteon tukena* sekä Teknologian kehittämiskeskuksen katsaus *Fyysisen käyttöomaisuuden hallinnan taustaselvi-*

tys. Aineistoa on täydennetty eri tutkimuksilla ja alaan liittyvällä kirjallisuudella, puolustusvoimien aineistolla sekä internetistä löytyvällä kunnossapitomateriaalilla.

Tutkielman terminologian perustana on käytetty Jorma Järviön kirjassaan *Kunnossapito* käytämiä määritelmiä, jotka perustuvat kunnossapidon standardeihin. Määritelmiä on täydennetty ja niissä ilmenneitä eroavaisuuksia on pyritty selventämään verratessa niitä Kosolan kirjan *Suorituskyvyn elinjakson hallinta* määritelmiin.

1.5. Dispositio

Tutkimus koostuu johdantoluvusta kolmesta pääluvusta sekä johtopäätösluvusta. Johdantoluvussa käsitellään tutkimuksen taustaa, menetelmiä, ja lähteaineistoa. Toisessa luvussa kartoitetaan tutkimuksen taustaa selvittämällä suorituskyvyn elinjakson hallinnan operointivaihetta. Pyrkimyksenä on selvittää operointivaiheen suorituskyvyn rakenteeseen, tilannetietoon ja kustannuksiin liittyviä kysymyksiä. Kolmannessa luvussa tarkastellaan kunnossapitoon liittyviä määritelmiä, eri kunnossapitolajeja sekä tilannekuvalle asetettuja vaatimuksia.

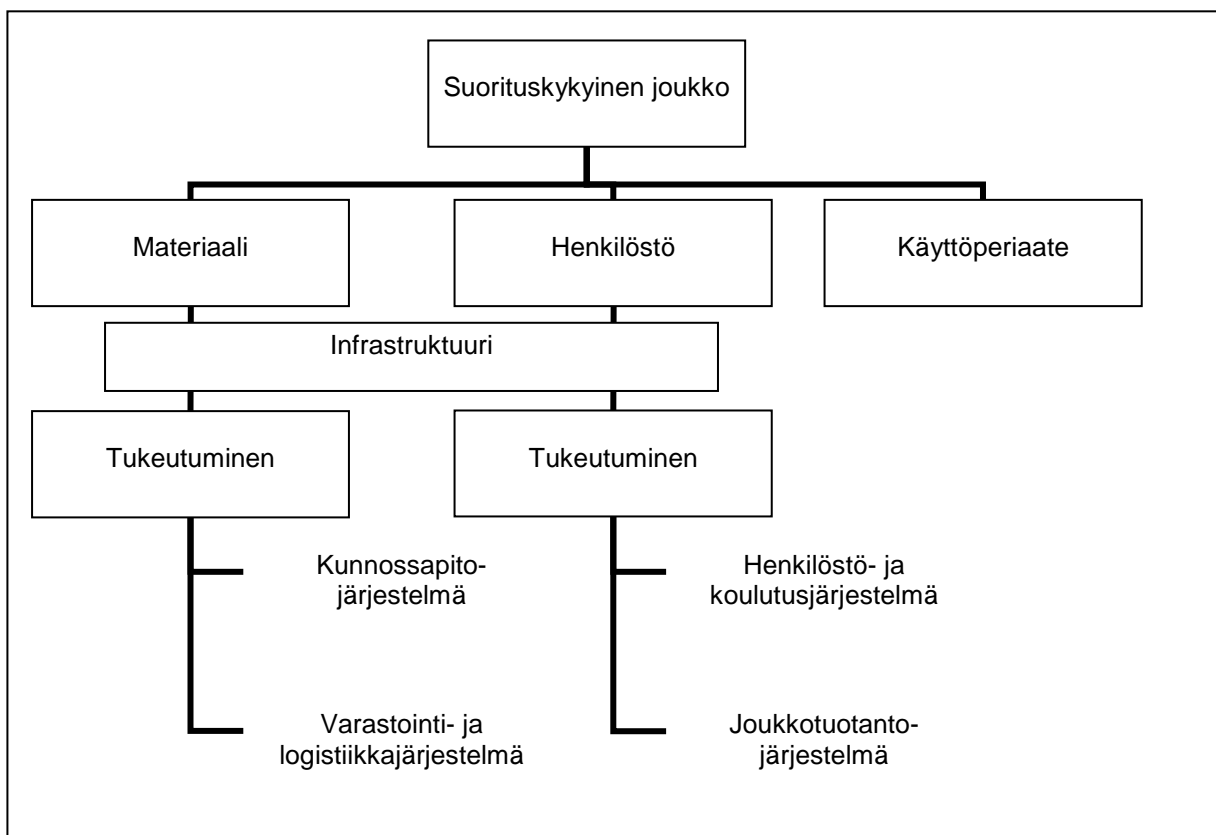
Neljännessä luvussa tarkastellaan käyttöomaisuuden hallintaa suhteessa niihin haasteisiin, joita puolustusvoimien suorituskyvyn ylläpito kohtaa. Luvussa yhdistetään suorituskykyomaisuus ja kunnossapidon elementit yhdeksi kokonaisuudeksi, joka korostaa suorituskyvyn omistajan jatkuvaa tilannetietoisuutta suorituskyvyn tilasta ja vastuuta ylläpidon edellyttämien toimien toteuttamisesta. Viimeinen luku on johtopäätökset, jotka sisältävät työn pohjalta tehdyt keskeiset havainnot, arvion tutkielman mahdollisuuksista edelleen kehitettäväksi sekä esitykset mahdollisen jatkotyön suuntaamiseksi.

2. SUORITUSKYKY

2.1. Suorituskyvyn osa-alueet

Suorituskyvyn muodostuminen voidaan jakaa henkilöstöön, materiaaliin, käyttö- ja toimintaperiaatteisiin sekä infrastruktuuriin ja tukeutumiseen. Suorituskyvyn näkökulma voi olla toiminnallinen tai joukon luoma suorituskyky. Toiminnallisia suorituskykyjä ovat esimerkiksi puolustusvoimien yhteiset suorituskyvyt: johtaminen, tiedustelu, informaationsodankäynti, logistiikka, puolustusvoimien yhteinen tulenkäyttö ja erikoisjoukot. [4] Konkreettisemmin suorituskykyä voidaan ajatella joukkona, joka varustetaan vaatimuksien mukaisella materiaa-

lilla ja henkilöstöllä sekä laaditaan sille käyttö- ja toimintaperiaatteet. Tällöin suorituskykyvaatimukset ja niihin liittyvät vastuut ovat selkeämmin todennettavissa. [5] Toisaalta Kosola nostaa suorituskykyjen monimutkaistumisen ja verkottumisen myötä toiminnallisuuden näkökulman joukkonäkökulmaa tärkeämmäksi. Ilmiönä voi esimerkiksi olla puolustushaarojen ja aselajien merkityksen väheneminen toiminnallisten kokonaisuuksien, esimerkiksi yhteisen tulenkäytön, korostuessa. [6]



Kuva 2: Suorituskyvyn osa-alueet. [6]

Tutkimus käsittelee tukeutumista materiaallisen suorituskyvyn ylläpitämisen kannalta. Tukeutumiseen liittyvät Kosolan mukaan kunnossapito-, varastointi- ja logistiikka- sekä koulutusjärjestelyjä. Tukeutuminen voidaan ymmärtää alisteisena välineenä henkilöstön ja materiaalin suorituskyvyn rakentamiselle sekä ylläpidolle yhdessä infrastruktuurin kanssa. Tukeutuminen ja infrastruktuuri ovat kokonaissuorituskyvyn saavuttamiseksi välttämättömiä. Suorituskykyä suunniteltaessa ja rakennettaessa tukeutumisjärjestelyt sekä infrastruktuuri perustuvat useimmiten jo olemassa olevien rakenteiden ja järjestelmien varaan. [6] On siis itsestään selvää, että tukeutumisen suunnittelu ja rakentaminen ovat kiinteä osa suorituskyvyn elinjaksoa esisuunnitteluvaiheesta alkaen.

2.2. Suorituskyvyn operointivaihe

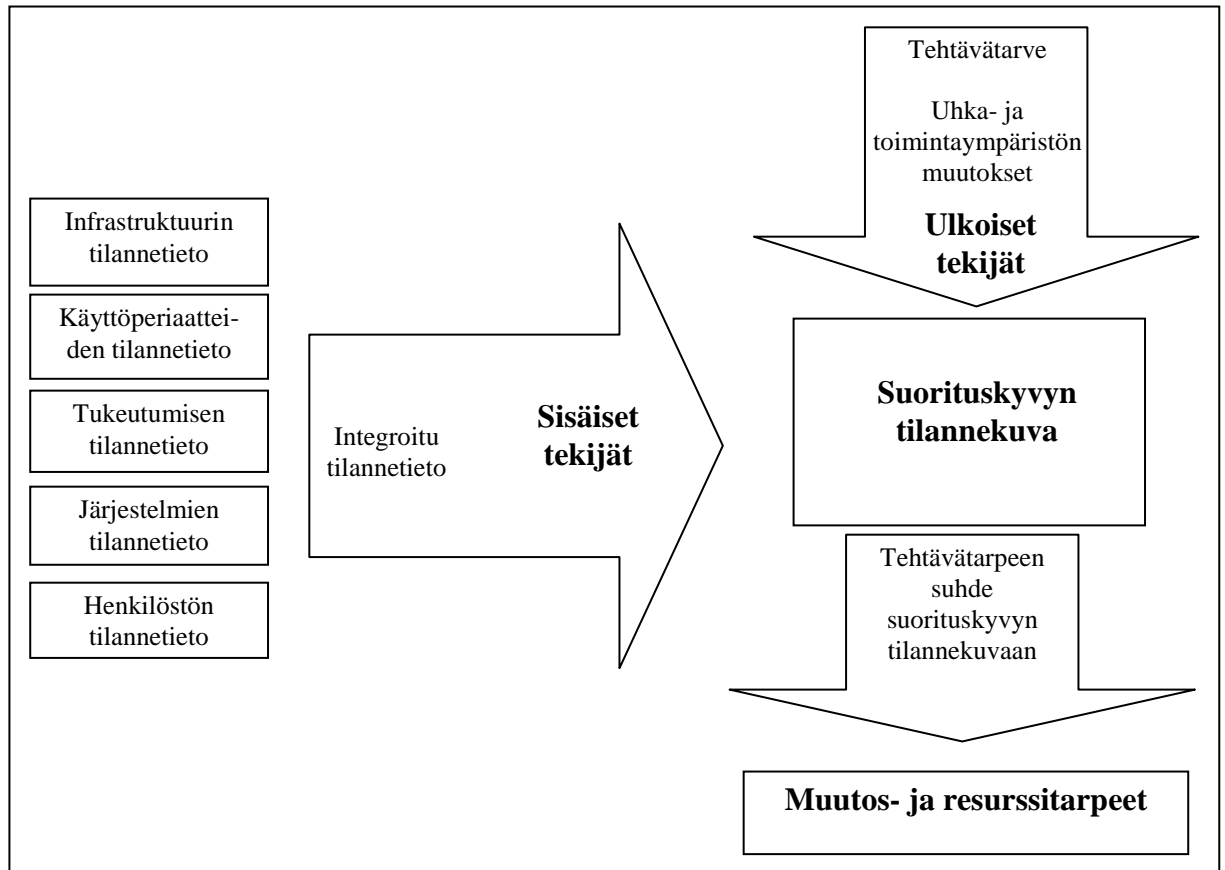
Suorituskyvyt perustuvat useisiin järjestelmiin, jotka puolestaan muodostuvat useista erilaisista elementeistä. Näistä jotkut vastaavasti kuuluvat myös toiseen suorituskykyyn. Elinjakso vastaavasti on käsitteenä jo hyvin kompleksinen ja sillä voidaan arkikielessä tarkoittaa materiaalsen suorituskyvyn elinjaksoa, hankkeen elinjaksoa tai teknisen järjestelmän elinjaksoa. Kokonaisuuden hallinta edellyttää kykyä tarkastella tarpeen mukaisesti joko:

- Suorituskyvyn elinjaksoa
- Joukon elinjaksoa
- Järjestelmän elinjaksoa
- Järjestelmäelementtien elinjaksoja.

Ne kaikki liittyvät toisiinsa, mutta eivät ole kuitenkaan samoja asioita. Tarkastelunäkökulma onkin syytä tuoda aina esiin elinjaksosta puhuttaessa. [6]

Suorituskyvyn suunnittelu- ja rakentamisvaiheen päätyttyä todennetaan keskeisten edellytysten täyttyminen elinjaksoauditoinnin yhteydessä. Auditoinnissa varmistutaan myös, että tukeutumisen ja infrastruktuurin vaatimukset, kuten koulutus, kunnossapito, varastointi sekä logistiikka, on täytetty. Siirryttäessä operointivaiheen ensimmäiseen osavaiheeseen alkaa suorituskyvyn täysimittainen ylösajo. Tällöin tarvittavat järjestelmät on hyväksytty käyttöön ja henkilöstön koulutus on aloitettu. Operointivaiheen alkaessa onkin tavallista, että etenkin maavoimien joukkojen suorituskykyä aloitetaan vasta rakentamaan. Operointivaiheen alkaessa suorituskyky ei ole täysimittaisesti käytössä, vaan järjestelmien vastaanotto ja koulutuksen järjestelyt, joukkotuotanto, vievät oman aikansa. Vasta operointivaiheen toisessa osavaiheessa, aktiivisessa ylläpidossa, on suorituskyvyn vaatima joukko tuotettu ja kriisiajan suorituskyky luotu. Aktiivisessa ylläpitovaiheessa suorituskyvyn ylläpito edellyttää suunnitelmallista kunnossapitoa ennen kaikkea materiaalsen suorituskyvyn osalta. Operointivaiheen päättäväsä kaksivaiheisessa hallitussa alasajossa järjestelmän käyttövarmuustasoa lasketaan vaiheittain, kunnes se elinjaksosuunnitelman mukaisesti hylätään. Käyttövarmuustason laskun osana myös materiaalin kunnossapidon taso lasketaan suunnitelmallisesti minimiin elinjakson loppuvaiheessa. [6, 5]

sidosryhmät ja löydettävä väline ja tapa antaa ajan tasalla olevaa selkeää tilannekuvaa. Tilannekuvan arviointi ja analysointi antavat perusteet suorituskvyn ennakoivaan ylläpitoon ja kehittämiseen liittyvään päätöksentekoon. [5]



Kuva 4: Suorituskvyn tilannekuva. [5]

Suorituskvyn tilannekuvaan vaikuttavat sisäiset tekijät, jotka tulevat suorituskvyn eri osa-alueiden tilannetietojen summana. Suorituskvyn ulkoisina tekijöinä ovat esimerkiksi muutuneet tehtävätarpeet uhka- tai toimintaympäristön muutoksen seurauksena. Sisäisten ja ulkoisten tekijöiden perusteella muodostuvat suorituskvyn muutos- ja resurssitarpeet. Myös suorituskvyn taloudellinen elinikä riippuu sisäisten ja ulkoisten tekijöiden suhteesta. Ulkoisena tekijänä voi olla teknisiltä ominaisuuksiltaan paremman tuotteen tuottama suorituskvyn verrattuna nykyiseen suorituskvyn. Sisäisenä tekijänä voi olla materiaalin kunnon laskeminen. Kun saavutettu suorituskvyn laskee fyysisen kunnon tai muiden kunnossapidon osa-alueiden haasteiden kautta riittävän alas, on taloudellisesti järkevämpää korvata suorituskvyn uudella kuin ylläpitää vanhaa. Edellä mainittuihin tekijöihin voidaan vastata pidentämällä suorituskvyn elinikää korjaus- ja modernisointitoimenpiteiden avulla.[5, 7]

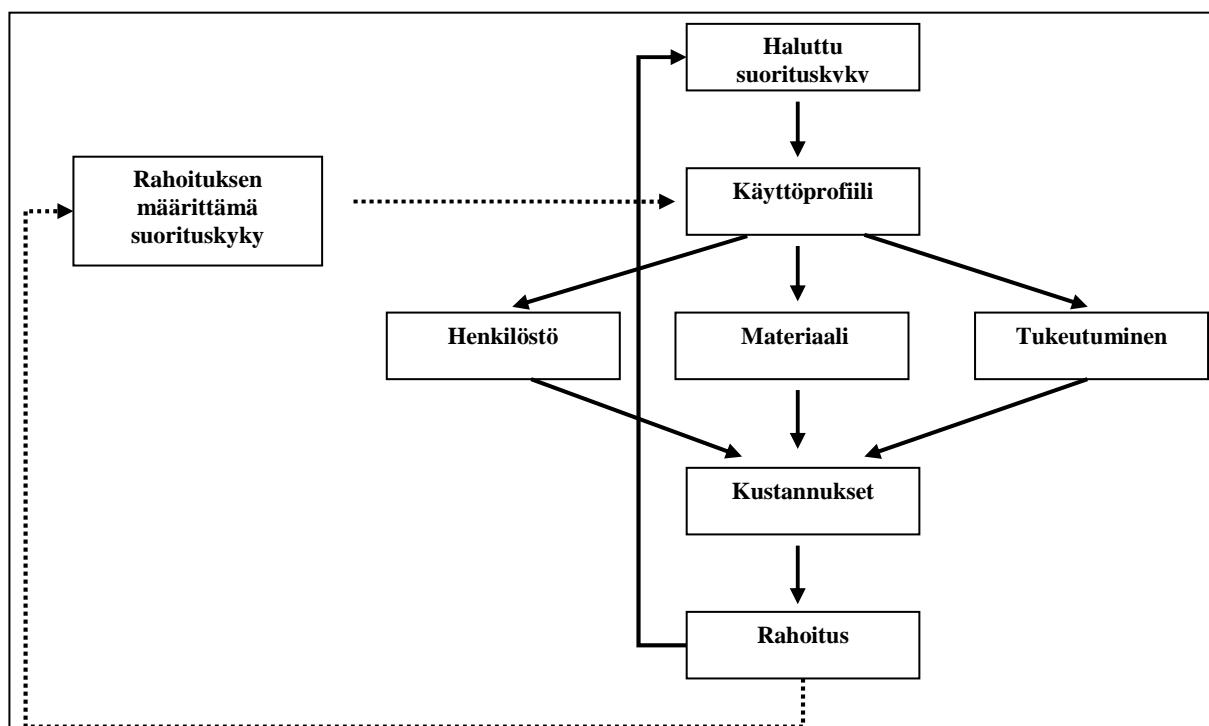
Suorituskyvyn todellinen taso määräytyy aina alimmalla tasolla olevan suorituskyvyn osa-alueen mukaisesti. Etukäteen tapahtuvalla suunnittelulla pyritään varmistumaan, että suorituskyvyn käyttö on tehokasta suhteessa käytettäviin resursseihin. Suorituskyvyn käyttö operointivaiheessa edellyttää vallitsevan suorituskyvyn tilannekuvan omaamista ja sen perusteella tehtäviä päätöksiä suorituskyvyn käytöstä. Suorituskyvyn tehokas käyttö erityisesti etukäteen suunnittelemattomissa tilanteissa edellyttää selkeää ja varmennettua tilannekuvaa suorituskyvyn eri osa-alueilta sekä suorituskykyvaatimuksien tuntemista. Mitä parempi tilannekuva on, sitä paremmin suorituskyvyn käytön riskitasot voidaan hallita. Jos ei tunne välineen kuntoa tai sen käyttöperiaatteita, on sen käyttäminen tehotonta ja vaikeaa. [5]

2.4. Suorituskyvyn kustannukset operointivaiheessa

Yleisesti kustannusten kokonaisvaikutusta arvioidessa on huomioitava jo sitoutuneen pääoman tehokas käyttö sekä tulevaisuudessa tehtävät resurssiratkaisut koko elinjakson ajalta. Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan toimeksiantamana Petri Suomala ja Erkki Uusi-Rauva ovat tutkineet *Elinkaariaikaista kustannustehokkuus- ja suorituskykytietoa päätöksenteon tukena*. Tutkimuksen taustalla on suorituskyvyn johtaminen kokonaistaloudellisuuden näkökulmasta käsin.

Materiaaliseen suorituskykyyn on sitoutunut huomattava kansallinen pääoma käyttöomaisuutena ja maanpuolustuskalustona. Tämän lisäksi kustannuksia lisäävät muista suorituskyvyn osa-alueista kuten henkilöstöstä aiheutuvat kustannukset. Nämä kustannukset ovat tosin usein päällekkäisiä muiden suorituskykyjen kanssa. Käyttöomaisuuden pitäminen toimintakuntoisena ja toiminnassa sitoo runsaasti eri toimintoihin liittyviä resursseja. Tämä aiheuttaa kustannuksia osittain jopa riippumatta siitä kuinka tehokkaassa käytössä resurssit ovat. [7, 8]

Resurssien kohdennusongelma syntyy maanpuolustuksen saaman rahoituksen käänteisestä logiikasta. Hankkeen resurssikehys antaa perusteet suorituskyvyn luomisen ja ylläpitämisen kustannuksille. Vastaavasti elinjakso-kustannuslaskelma antaa perusteet rahoituksen suunnittelulle. Jos näitä ei pidetä erillään, syntyy tilanne jossa käytettävissä oleva rahoitus on yhtä kuin elinjakso-kustannus. Tällöin voi syntyä teoreettinen, olematon suorituskyky, koska suorituskyvyn luominen ja ennen kaikkea sen ylläpitäminen vaativat riittävän suuruisen rahoituksen. Suorituskyky-kustannus-ketjun tulee perustua käyttöprofiilista muodostuvaan kustannusvaikeuslaskelma perusteiseen rahoitukseen.[6]



Kuva 5: Suorituskyky-kustannus-rahoitus ketju. [6]

Yleisellä tasolla kustannukset voidaan jakaa välittömiin ja välillisiin kustannuksiin sekä aineettomiin menetyksiin. Välittömiä kustannuksia ovat esimerkiksi: työkustannukset, materiaalit, varastointi ja kunnossapidon yleiskulut. Välittömiä kustannuksia on helppo mitata, jolloin myös niissä säästäminen on helpompaa. Toisaalta niiden kustannusvaikutus voi olla luultua pienempi. Välillisiä kustannuksia ovat esimerkiksi: uudelleen tekeminen, epäsuhtaiset varastot, ylimitoitettu käyttöomaisuus, hallitsematon resurssien käyttö, kasvaneet elinjakso-kustannukset. Välillisiä kustannuksia on vaikea mitata, mutta niiden kautta on saavutettavissa huomattavia säästöjä. Aineettomat kustannukset heijastuvat puutteista turvallisuudessa, motivaatiossa tai oppimisessa, jotka kaikki heijastuvat osaamisen ja menetelmien hallintaan. Toiminnallisen laadun kautta voidaankin tietoisesti pyrkiä hallitsemaan aineettomien kustannusten kautta sekä välittömiä että välillisiä kustannuksia.[9]

Suorituskyvyn elinjakson kustannukset voidaan jakaa ajallisesti hankintakustannuksiin ja muihin elinjakso-kustannuksiin. Suorituskyvyn operointivaiheen elinjakso-kustannuksia ovat kunnossapitoon ja käyttöön liittyvät kustannukset sekä mahdolliset suorituskyvyn päivittämiseen liittyvät kustannukset. Suorituskyvyn elinjakso-suunnittelun mukaisesti elinjaksonkustannukset on kuvattava elinjakson esisuunnitteluvaiheessa. Kustannuksia muodostavat esimerkiksi:

- Käyttö: esimerkiksi käyttötunnit, ajomäärä ja ampumamäärä
- Varastointi ja kuljetukset: varastokierto, kuljetustarve

- Ennakoiva huolto ja huoltoväli
- Korjaus
- Materiaalin elinjakson aikainen päivitys. [10, 7]

Kunnossapitoon ja käyttöön liittyvät kustannukset voivat muodostaa pääosan suorituskyvyn elinjakso-kustannuksista, varaosien kustannus voi suorituskyvyn operointiajalta ylittää selvästi alkuperäisen hankintahinnan. Kun lisäksi huomioidaan ennakoiva ja korjaava kunnossapito, käyttö sekä suorituskyvyn päivittämistarpeet, voivat ostohinnan kustannukset jäädä marginaalisiksi. Tämänlisäksi voidaan todeta, että mitä pidempään suorituskykyä käytetään, sitä todennäköisempää on, että operointivaiheen kustannusten painoarvo suhteessa hankinnan kustannuksiin kasvaa. [7] Toisaalta suorituskykyjen hankintavaihe on myös pidentynyt ja operointivaihe lyhentynyt järjestelmien monimutkaistumisen takia. [5, 6]

Suorituskyvyn elinjakson suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa tehdyt päätökset vaikuttavat suurelta osin järjestelmän huollettavuuteen, jolla on huomattava rooli järjestelmän käyttövarmuuden ja sitä kautta operatiivisen käytettävyyden kannalta. Kustannusten vähentäminen vain hankintavaiheen rakentamista silmälläpitäen voi johtaa tilanteeseen, jossa varaosakokonaisuudet muodostuvat liian suuriksi ja kalliiksi. Pienen osan rikkoutuminen operointivaiheessa voi johtaa suuriin kunnossapitokustannuksiin. Elinjaksoa tuleekin tarkastella kokonaiskustannusten kannalta. Kustannuksissa on huomioitava suorituskyvyn nopea käyttöönotto kaikissa tilanteissa. Kriittisillä suorituskyvyn osa-alueilla on pyrittävä ylläpitämään korkea omavaraisuusaste, vaikka se aiheuttaa varautumisen muodossa välillisiä kustannuksia. [6, 5]

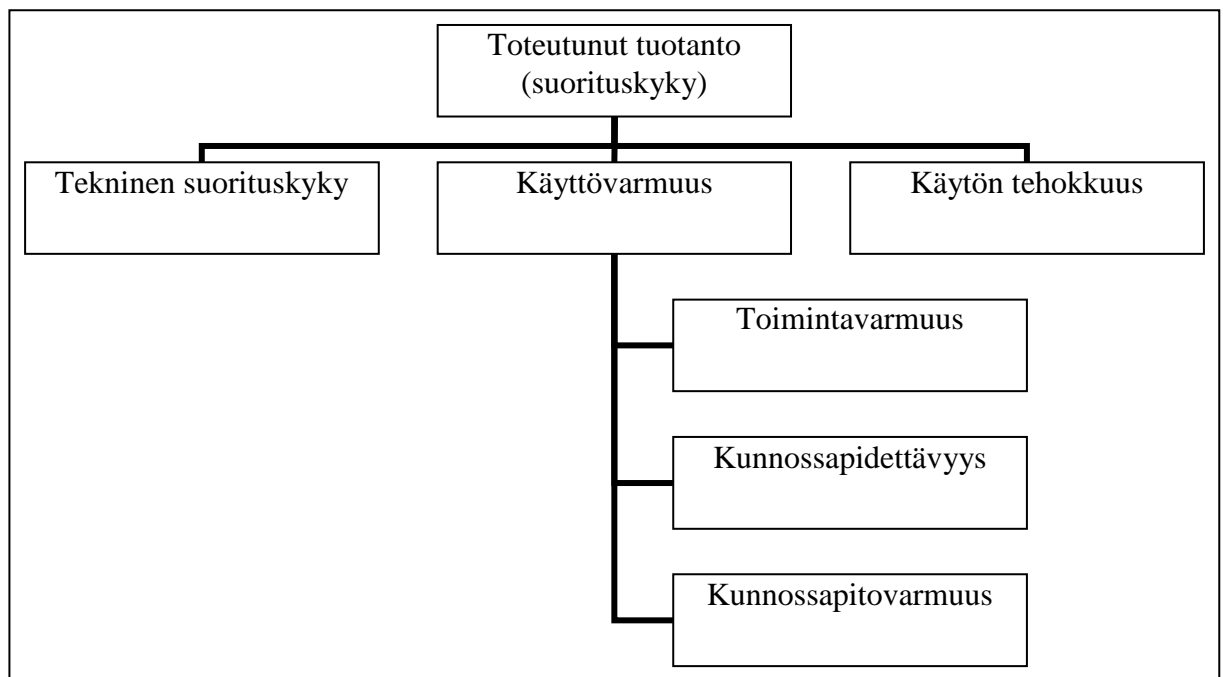
3. KUNNOSSAPITO

3.1. Kunnossapito suorituskyvyn ylläpitämiseksi

Kunnossapidon kannalta järjestelmän tehokkuutta voidaan mitata toteutuneen tuotannon määrällä käyttäen kolmea osatekijää. Tekninen suorituskyky kertoo teoreettisen maksimi suorituskyvyn eli sen mihin järjestelmä pystyy. Käytön tehokkuus kertoo käyttöasteen eli kuinka paljon järjestelmää käytetään. Käyttövarmuus kertoo kuinka paljon järjestelmää voidaan käyttää. Käyttövarmuus voidaan jakaa toimintavarmuuteen, kunnossapidettävyyteen ja kunnossapitovarmuuteen. Toimintavarmuus on järjestelmän kyky suorittaa vaadittu toiminto määrättyissä olosuhteissa vaadittuna ajanjaksona. Kyky voidaan ajatella myös todennäköisenä kykyinä. Mittarina voidaan käyttää toimintatodennäköisyyttä tai vikaväliä. Kunnossapidettavuus

kertoo, mikä on järjestelmän kunnossapidettävyyden helppous; miten vika havaitaan, miten se korjataan tai miten huollettava järjestelmä on. Mittarina voidaan käyttää korjausaikaa. Erityisesti ennakoivan kunnossapidon osalta toimintavarmuus ja kunnossapidettavuus käsitteet ovat päällekkäisiä. Kunnossapitovarmuus vastaavasti kuvaa organisaation kykyä suorittaa kunnossapitotoiminnot tehokkaasti. Mittarina voidaan käyttää logistista viivettä. [9]

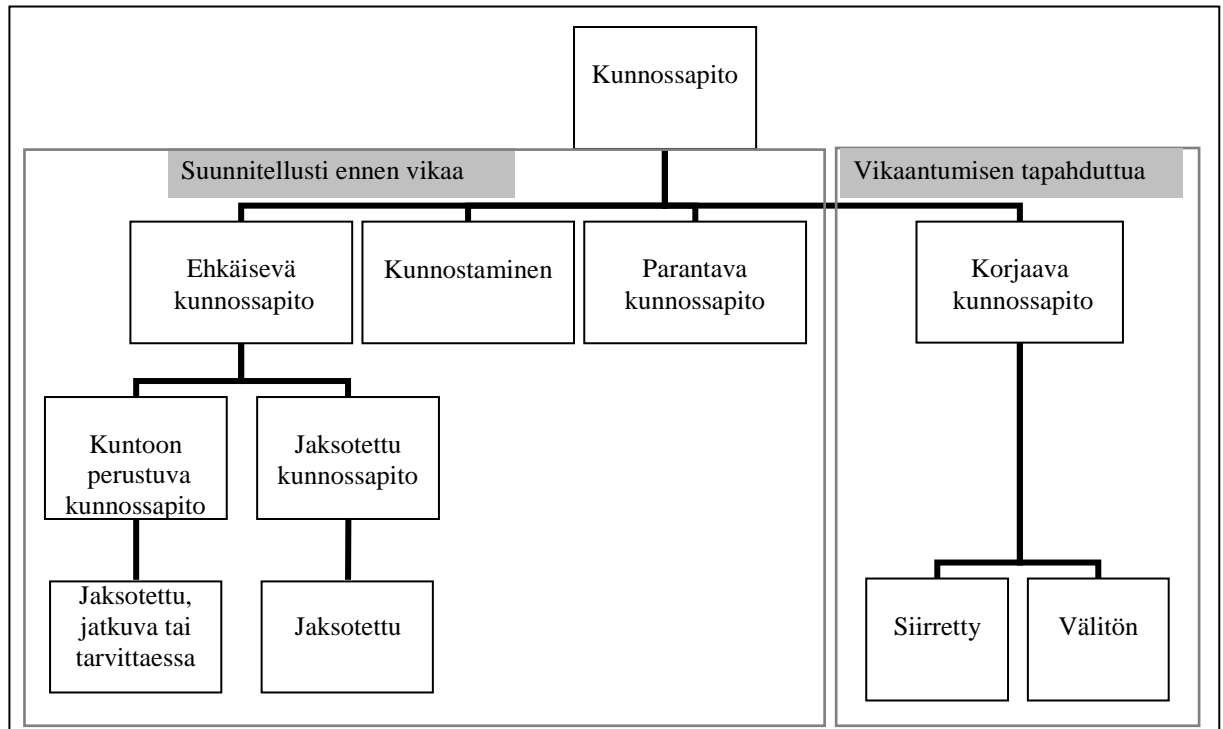
Toimintavarmuus, kunnossapidettavuus ja käytettävyyys ovat tärkeitä kustannustehokkaan toiminnan suorituskykyominaisuuksia. Kun kunnossapidettävyydessä on kyse järjestelmästään ominaisuuksista, on kunnossapitovarmuudessa kyse kunnossapito-organisaation kyvykkyydestä. Kunnossapitovarmuus kuvaakin organisaation kykyä järjestää tarvittavat resurssit vaadittavan tason ylläpitämiseen käyttövarmuustavoitteiden saavuttamiseksi. [11, 9]



Kuva 5: Suorituskyvyn tehokkuus. [9]

Suorituskyvyn kokonaistehokkuus voidaan mitata soveltaen teollisessa tuotannossa käytettävää KNL-mittaria, jossa kokonaistehokkuus on käytettävyyden, toiminta-asteen ja laatuker-toimen tulo. Teollisuudessa käytettävyyys ilmaisee kuinka tehokkaasti työaika on käytetty, toiminta-aste kertoo tuotantomäärän ja laatukerroin syntyneen hävikin. [9] Vastaavalla tavalla suorituskyvyn kokonaistehokkuus on teknisen suorituskyvyn, käyttövarmuuden ja käytön tehokkuuden tulo. Tekninen suorituskyky on laskennallinen suure suhteessa muihin suorituskykyihin. Laskennallista suuretta hyödynnetään erilaisissa laskentapohjaisissa taistelunmallinsohjelmissa. Käyttövarmuus kertoo materiaalin prosentuaalisen suorituskyvyn suhteessa maksimiin. Käytön tehokkuus vastaavasti arvioi organisaation eli henkilöstön kykyä tuottaa

suorituskykyä. Tällöin korostuvat materiaalin ja henkilöstön suorituskyvyn ylläpitäminen. Käyttöperiaatteiden muodostama suorituskyvyn tehokkuus heijastuu henkilöstön ammattitaitoon.



Kuva 6: Kunnossapitolajit standardien SFS-EN 13306 ja PSK 7501 mukaan. [9]

Kunnossapitolajit voidaan jakaa vian havaitsemisen mukaan (SFS-EN 13306), suunnitelmallisuuden mukaan (PSK 7501) tai ennakoinnin mukaan (luotettavuuskeskeinen kunnossapito, RCM). Standardien mukaisesti kunnossapito voidaan jakaa ennakoivaan ja korjaavaan kunnossapitoon. Ennakoiva kunnossapito perustuu suunnitelmallisuuteen joko käyntimäärän tai kunnan tarkkailun perusteella. Korjaava kunnossapito suoritetaan vikaantumisen tapahduttua, kohteen tärkeyden mukaan joko välittömästi tai siirrettynä korjauksena myöhemmin. Kunnossapitojärjestyksen lähtökohtana on aina kohteen tärkeys tuotannon kannalta. Jos kohde on arvoltaan vähäinen eikä sen rikkoontuminen haittaa muuta toimintaa, voidaan kohde jättää pois ennakoivan huollon piiristä ja korjata tai korvata se rikkoontumisen ilmetessä. [9]

Ennakoivalla kunnossapidolla voidaan vikatilastojen perusteella pidentää vikaantumisväliä ja siten parantaa järjestelmän käytettävyyttä. Samalla järjestelmän taloudellinen käyttöikä paranee. Yhdessä korjaavan kunnossapidon kanssa voidaan löytää taloudellinen optimi, jossa kunnossapidon kustannukset ovat oikeassa suhteessa saatuun suorituskykyyn. [13] Kunnossapidon kokonaiskustannusten vastapainona ovat joko suorituskykyvaje tai liialliset kustannukset suhteessa saatuun suorituskykyyn.

3.2. Käyttövarmuuden hallinta

Suorituskyky on järjestelmä, johon kunnossapito ulottuu. Suorituskyky käsittää myös henkilöstön ja käyttöperiaatteet, mutta ennen kaikkea se on ymmärrettävissä materiaallisen suorituskyvyn kunnossapidoksi. Annetuilla resursseilla, sijoitetulla pääomalla, pyritään saamaan maksimi suorituskyky, tuotto, käyttövarmuuden hallinnan ollessa avainprosessi. Käyttövarmuuden hallinnan tavoitteena ovat kokonaistehokkuuden optimointi ja kustannustehokkuus, joihin pyritään teknistaloudellisilla analyyseilla.

Kunnossapidon näkökulmasta käyttövarmuus on kohteen kykyä suorittaa vaaditut toimenpiteet vaadituissa olosuhteissa ajan suhteen mitattuna. Käyttövarmuus voidaan jakaa toimintavarmuuteen, kunnossapidettävyyteen ja kunnossapitovarmuuteen. [9] Kosola määrittelee käyttövarmuuden järjestelmien tekniseksi toimivuudeksi ja toimivuusasteeksi tehtävän tai ajan suhteen tarkasteltuna. Kosolan mukaan käyttövarmuus voidaan jakaa tekniseen luotettavuuteen, logistiseen viiveeseen, kunnossapitovarmuuteen ja varastointijärjestelmän suorituskykyyn. [6] Kosolan määrittelyssä kunnossapitovarmuudesta on erotettu logistinen viive ja varastointijärjestelmä. Toiminnallisesti Kosolan jaottelu ei ole täysin looginen vaan lähtökohtana on enemmänkin ollut eri organisaatioiden toiminnasta lähtenyt erottelu. Käyttövarmuus ja siihen vaikuttavat tekijät tulee määrittää, koska käyttövarmuudella voidaan tarkoittaa eri yhteyksissä eri asioita kuten koneen tehokkuutta, luotettavuutta, mitattavaa käytettävyyttä tai kohteen käyttökelpoisuutta, joka taas liittyy ergonomiaan, sijoitteluun ja turvallisuuteen. [9] Tässä tutkimuksessa käyttövarmuus määritetään yhdeksi kolmesta tehokkuuden osatekijästä kuvan viisi mukaisesti. Käyttövarmuuden suorituskykyominaisuuksista käsitellään tarkemmin kunnossapitovarmuutta eli organisaation kykyä suorittaa vaaditut kunnossapitotoimet. Suorituskyvyn osa-alueista materiaallisen tukeutumisen voidaan todeta tarkoittavan samaa asiaa.

Kunnossapitovarmuus voidaan jakaa kunnossapitojärjestelmän ja varastoinnin suorituskykyyn sekä luotettavuussuunnitteluun ja yleiseen käyttövarmuuden suunnitteluun. [12] Kunnossapitopalvelut voidaan jakaa kunnossapitotehtäviin, informaation hallintatehtäviin ja logistiikan tehtäviin. Vaikka kunnossapitotoiminnaksi ymmärretään yleensä vain kunnossapitotehtävät, ei kunnossapito ole mahdollista ilman materiaalin ja tiedon hallintaa sekä suunnittelua. Kunnossapitovarmuus voidaan jakaa kunnossapitotehtäviin ja logistiikkaan, jotka sisältävät tietovirrat sekä kokonaissuunnitteluun.

3.2.1. Luotettavuuden hallinta

Luotettavuuden hallinta on osa organisaation kokonaisjohtamista, jolla pyritään järjestelmällisiin toimintoihin käyttövarmuuteen liittyvissä asioissa. Luotettavuuden hallinta voidaan sisällyttää osaksi yleistä standardien mukaista johtamisjärjestelmää. Luotettavuuden hallinta täydentää laadunhallintaprosesseja järjestelmältä vaaditun toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden ja kunnossapitovarmuuden saavuttamisessa. Järjestelmien luotettavuus on saavutettavissa hyvällä suunnittelulla ja käyttämällä hyväksi havaittuja menetelmiä. Toimintavarmuuden ja kunnossapidettävyyden kehittämiseksi voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. [11]

Toimintavarmuustekniikka on vikasietoiseksi suunnittelemista toimintavarmuuden analysoinnin ja todentamisen kautta. *Kunnossapidettävyystekniikan* tarkoitus on testien kautta löytää järjestelmän osien vikoja. *Kunnossapitovarmuustekniikka* pyrkii varmistamaan järjestelmän luotettavuuden koko elinjakson ajan kunnossapidon ja kunnossapidon tuen avulla. Kunnossapitovarmuuden elementtien yhdistäminen suunnitteluun ja muihin järjestelmän käyttövarmuuden osa-alueisiin mahdollistavat osaltaan halutun suorituskykytason. *Standardisoinnilla* pyritään yhdenmukaistamaan järjestelmää poikkeamaongelmien minimoimiseksi. *Inhimilliset tekijät* tulee huomioida järjestelmän toimintaympäristössä, ihmisen virheestä johtuvat toimintahäiriöt tulee huomioida ja analysoida osana henkilöstön osaamisen hallintaa. [11]

3.2.2. Kunnossapidon palveluprosessi

Kunnossapito-organisaation tavoitteena on hallinnon ohjaamana yhdistää suorituskyvyn osatekijät määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä. Kunnossapitovarmuuteen kuuluvat hallinto, työkalut, käyttöperiaatteet ja dokumentaatiot sekä logistiikka. Kunnossapitovarmuus voidaan jakaa toiminnallisesti palveluprosessiin ja logistiikkaan. Molempiin toimintoihin kuuluu tarvittavilta osin edellä mainittuja tekijöitä yhteisinä tai erillisinä kokonaisuuksina. [9]

Hallintoon kuuluvat organisaatio, ohjausjärjestelmät sekä jokin ohjelmistopohjainen toiminnanohjausjärjestelmä. Käyttöperiaatteet ja dokumentaatiot sisältävät ohjeistuksen sekä niiden ylläpidon ja kehittämisen. Dokumentaatioihin kuuluu myös järjestelmän tilannekuvan ylläpitäminen. Kunnossapidon henkilöstöön kuuluu osaamisen hallinta ja henkilöstön organisointi. Oikean ammattitaidon omaavan henkilöstön tulee olla oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Järjestelmien monimutkaistumisen myötä henkilöstön osaamisen hallinta onkin muodostunut haasteeksi kunnossapidon organisaatioille. [9]

Kunnossapidon toiminnan kehittämisen kannalta on ymmärrettävä päätösten ja käytännön toiminnan syy-seuraus-vaikutus. Yhtenäisten käytäntöjen ja kokonaisvaltaisen kehittämisen puute heikentävät nopeasti toiminnan tasoa ja sitä kautta toimintavarmuutta. Kunnossapitovarmuus syntyy kaikkien osatekijöiden ehdoilla suunnitelluista ja kehitetyistä yhteisistä käytännöistä. [9] Kunnossapidon toimintaprosessi koostuu mahdollisesti useista eri toimijoista, jotka voivat olla organisaation sisäisiä tai ulkoisia sekä asiakkaasta, jolloin eri prosessin vaiheiden rajapintojen merkitys korostuu.

3.2.3. Kunnossapidon logistiikka

Suorituskyvyn ylläpitämisen kannalta logistiikka on keskeinen tekijä. Suurin osa erityisesti maavoimien kalustosta on varastoituna ja toisaalta kriisiajan varautuminen vaatii logistisia ratkaisuja, jotka poikkeavat yleisistä logistisista suuntauksista. Logistisien toimenpiteiden kuten varastoinnin kohteena oleva järjestelmä on itsessään suorituskykyä tuottava kohde. On siis erotettava suorituskykyä tuottavan kohteen logistiikka sen kunnossapitoon tähtäävästä logistiikasta. Logistiset vaatimukset jakamalla voidaan kunnossapidolle asettaa tavoitteet ja sen käyttö voidaan suunnitella.

Yleisesti logistiikka on varaosien, materiaalien, tilojen varastoinnin yksilöintiä, valitsemista, hankintaa ja toimitusta. Logistiikan avulla hallitaan materiaalivirtaa ja siihen liittyvää palvelua sekä tietovirtaa siten, että toiminnan laatu ja kustannustehokkuus maksimoituvat. Kunnossapidon materiaalilogistiikalla on kuitenkin erilaiset tavoitteet kuin perinteisillä tuotanto-, jakelu- tai kuljetuslogistiikalla. Kaikilla on kuitenkin yhteisenä tavoitteena kustannuksien vähentäminen kuljetus- ja varastointikustannusten kautta ja hyödyntämällä resursseja paremmin sekä lyhentämällä toimitusaikoja ja parantamalla asiakaspalvelua esimerkiksi luotettavilla toimituksilla. [14, 9]

Varastointiin kuuluvat fyysinen varasto, fyysinen suunnittelu, varastossa tapahtuvat toiminnot, varastointi tekniikka ja lukumäärien hallinta. Varaston ohjauksen tietovirtoihin kuuluvat sitoutuneen pääoman hallinta, materiaalivirtojen ohjaus sekä palvelutason ylläpitäminen. Varastonohjauksella voidaan hallita materiaalivirtoja siten, että haluttu asiakaspalvelutaso kyettään ylläpitämään mahdollisimman pienin kustannuksin. [14] Kunnossapidon materiaalilogistiikka voidaan jakaa sisäiseen ja materiaalin toimitusverkoston logistiikkaan.

Yleisesti voidaan katsoa, että varastointi on yritykselle kannattavaa, kun sillä:

- On mahdollista saavuttaa volyymietuja,
- Voidaan tasapainottaa kysyntää ja tarjontaa,
- Mahdollistetaan tuotannon erikoistuminen,
- Suojaudutaan epävarmuutta vastaan
- Saadaan puskuri kriittisiin jakeluketjun vaiheisiin. [14]

Nykyisin logistiikka keskittyy materiaalivirran hallintaan ympäri maailmaa tapahtuvien tilausten. Järjestelmien monimutkaistumisen johdosta toimintatapamallissa korostuvat kriittisen materiaalin tunnistaminen suuren varaosamäärän joukosta. Toisaalta sama pätee myös henkilöstön osaamisen hallintaan.

Varastoinnin osalta Puolustusvoimat eroavat liiketaloudellisen perustein toimivasta logistiikkaketjusta, jossa tavoitteena on pitää omissa varastoissa mahdollisimman vähän tavaraa. Puolustusvoimissa varastoinnin vaatimukset pohjautuvat valmiudellisiin näkökohtiin. Suorituskyvyn kunnossapidon kannalta on erotettava suorituskykymateriaalin varastointi ja siihen liittyvien vara-osien varastointi. Suorituskykymateriaalin varastointi huomioidaan jo elinjaksohallinnan suunnitteluvaiheessa, jolloin tavoitteena on, että vaatimuksien mukaiset varastointitilat ovat olemassa kun materiaali toimitetaan. Operatiiviset ja koulutukselliset vaatimukset asettavat myös selkeät vaatimuksia materiaalin varastoinnille. [15] Etukäteen tapahtuvalla suunnittelulla pyritään varmistumaan siitä, että suorituskyvyn vaatima materiaalin kustannustehokkuus on oikeassa suhteessa kulutettaviin resursseihin. Kriittisillä suorituskyvyn osa-alueilla on pyrittävä pitämään omavaraisuusaste korkeana kaikissa olosuhteissa, jotta suorituskyvyn nopea käyttöönotto on mahdollista kaikissa tilanteissa. [5]

3.3. Tekninen tilannekuva

Kosolan mukaan järjestelmän tekniseen luotettavuuteen eli toimintavarmuuteen liittyy kaluston käyttökunto. Kosolan mukaan suunnittelua ja toteutuksen seurantaan tukeva luokittelu voidaan määritellä neliportaisella kuntoluokituksella:

1. Toimintakuntoinen: kalusto täyttää vaatimukset eikä vaadi toimenpiteitä ennen käyttöä.
2. Viallisena toimintakuntoinen: kalusto täyttää kriittiset vaatimukset ja on korjattava tilanteen salliessa
3. Epäkunnossa: kalusto ei täytä kriittisiä vaatimuksia, mutta on korjattavissa

4. Romu: kalusto, jota ei voida korjata.

Toisen maavoimissa käytetyn luokituksen mukaan kalusto voi olla: uusi tai uudenveroinen, toimintakuntoinen, korjattava tai viallinen ja romu. [6] Luokittelut ovat lähellä toisiaan. Kosolan malli kuitenkin kuvaa paremmin kaluston toimintavarmuutta. Uusi kalusto ei välttämättä ole lähelläkään korkeimman toimintavarmuuden vaatimukset täyttävää tasoa.

Käyttövarmuuden mittareilla arvioidaan, mitataan ja määritellään kohteen kunnossapidettävyyttä tai kunnossapito-ominaisuuksia. Mittareina voidaan käyttää esimerkiksi:

- Käyntiaikaa tai käyttöaikaa
- Vikaantumisaikaa tai -väliä
- Vikataajuutta
- Häiriötoipumisaikaa ja häiriökorjausaikaa
- Enimmäiskorjausaikaa
- Seisokkiaikaa
- Viiveaikoja: logistinen, hallinnollinen tai tekninen viive. [9]

Teknisen elinjakson hallinta koostuu teknisen tilannekuvan muodostamisesta ja ylläpitämisestä, vaatimusten ja konfiguraation hallinnasta, teknisen käytettävyyden hallinnasta sekä järjestelmävastuullisen tahon elinjakson vaiheiden suunnittelusta, ohjaamisesta ja seurannasta.

Elinjakson esisuunnitteluvaiheessa laaditaan teknisen elinjakson suunnitelma, jota tarkennetaan hankkeen ja ylläpidon myöhemmissä vaiheissa. Suunnitelma käsittää:

- Käyttöikä kuvattuna käyttömääränä (tuntia, kilometriä, laukausta...)
- Käyttöintensiteetti ja suunniteltu käyttöaste
- Järjestelmäelementtien hankinta- ja luopumisajankohdat perusteineen
- Fyysinen käyttöikä
- Ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon suunnitelma ja sen vaatimat resurssit
- Vara- ja kulutusosien tarve ja arvio niiden saatavuudesta elinjakson aikana
- Arvio elementin tuotannon pysyvyydestä ja konfiguraatiomuutoksista
- Arvio valmistajan tuesta ja järjestelmän elinikä valmistajan tuen päätyttyä
- Suhteellisen suorituskyvyn ylläpidettavuus ja kehittäminen sekä päivitysmahdollisuudet.

Teknisen elinjakson suunnitelman ja tehtävä- sekä käyttöprofiilin perusteella voidaan laatia elinjaksoprofiili. [6]

Suorituskyvyn muutostarpeet voivat heijastua kunnossapitoon esimerkiksi kalustokierron nopeutumisen johdosta. Toisaalta kasvavat kunnossapitotarpeet järjestelmän ikääntymisen tai tehokkaan käytön myötä edellyttävät lisäresursseja. Muutostarpeet voivat myös heijastua varastointi- tai huoltojärjestelmissä tehtävien muutosten johdosta. [5]

Operointivaiheessa olevan suorituskyvyn käyttö edellyttää vallitsevan suorituskyvyn tilannekuvan omaamista ja sen perusteella tehtäviä päätöksiä suorituskyvyn käytöstä. Erityisesti suunnittelemattomissa tilanteissa suorituskyvyn tehokas käyttö edellyttää selkeää ja varmennuttua tilannekuvaa suorituskyvyn eri osa-alueilta. Mitä parempi tilannekuva on, sitä paremmin suorituskyvyn käytön riskitasot voidaan hallita. [5]

3.3.1. Teknisen tilannekuvan syöte

Kosolan mukaan materiaalitilannekuvan muodostaminen edellyttää järjestelmiin kuuluvan materiaalin yksilöseurantaa, jotta tilannekuvalle saadaan riittävä syvyys. Tasoina voivat olla joukko, järjestelmä ja järjestelmäelementit. Tieto rakentuu aina pienemmistä elementeistä kohti joukkoa. Tasoilla pyritään hallitsemaan tiedon määrää ja yksityiskohtia. Tavoitteena on riittävän tarkka, luotettava ja ajantasainen kuva materiaallisen suorituskyvyn tilasta ja sen kehittämisestä. [6]

Materiaalista on syötettävä tietojärjestelmään ainakin seuraavat tietoryhmitellyt tiedot:

- Sijaintitieto
 - käyttäjällä, koulutuskierrossa
 - kunnossapidossa, huoltokierrossa
 - varastossa, valmiusvarastossa
- Kuntotieto
 - kuntoluokitus
 - toimintakuntoinen
 - viallisen toimintakuntoinen
 - epäkunnossa
 - romu
- Käyttötieto
 - käyttöaika, -kilometrit
 - laukausmäärät
- Kunnossapitotieto

- työtunnit eri työn vaiheissa
- varaosat
- poikkeamailmoitukset
- Perustamistieto
 - mille joukolle kalusto kuuluu
 - missä joukko perustetaan
 - mihin käskytyserään joukko kuuluu. [6]

Käyttötiedot on purettava riittävän pieniin osiin kustannusvaikutukset huomioiden. Esimerkiksi panssarivaunukalustosta ei riitä, että kirjataan kokonaiskäyttöaika vaan käyttöaika tulee eritellä riittävällä tarkkuudella eri järjestelmäelementtien osalta.

3.3.2. Teknisen tilannekuvan tuotos

Tietojärjestelmään luotujen tietojen perusteella voidaan analysoida ja suunnitella materiaalin käyttö. Koska tietoa voidaan kerätä paljon järjestelmien monimutkaisuuden takia, on tärkeää määrittää kriittiset elementit, joita seurataan. Toisaalta nykyinen osakokonaisuus-ajattelu helpottaa tiedon hallintaa. Ennakoivan suunnittelun perusteena ovat ajantasaiset tiedot järjestelmästä. Kriittisiä tietovaatimuksia joukon suorituskyvyn ja sen kunnossapidon kannalta ovat esimerkiksi:

- Materiaalin sijainti- ja kuntotieto suhteessa koko materiaalimäärään
 - materiaalin suorituskvytieto
 - materiaalin kierrätysuunnitelma
 - materiaalin huoltosuunnitelma
- Vikaantumistieto
 - vikaantumisaika ja -väli kriittisillä elementeillä
 - vikataajuus kriittisillä elementeillä
- Kustannustieto (saadaan kunnossapitotiedoista)
 - työtunnit
 - varaosa ja materiaalikustannus
 - muut logistiset kustannukset
- Poikkeamailmoitus
 - onnettomuudet
 - käyttäjän virheet. [6]

Ennakoivan kunnossapitosuunnitelma perustuu riittävään tietomäärään järjestelmästä. Näillä perustein voidaan laatia luotettavuussuunnitteluun perustuva käyttövarmuuden hallinta järjestelmälle. Toiminta perustuu ennusteisiin, joiden pohjalta laaditaan kunnossapitosuunnitelma järjestelmän elinjaksoille tai siis päivitetään olemassa olevaa suunnitelmaa. Järjestelmän elinikää ja siihen vaikuttavia asioita voidaan arvioida ennusteilla:

- Teknisen eliniän kesto suunnitellulla käyttöprofiililla
- Kunnossaolevan materiaalmäärän kehittyminen
- Varaosavalmiuden kehittymisen tarpeet tulevalla eliniällä ja käyttöprofiililla
- Kriisiajan käyttövarmuus. [6]

Kaikki järjestelmästä kerättävä tieto, laaditut koosteet ja ennusteet verkottuvat toisiinsa. Suorituskyvyn tilannekuvaa tarkastellessa materiaalin osalta kaikki perustuu elementtien käyttövarmuuden hallinnasta kerätävään tekniseen hyvinkin yksityiskohtaiseen tietoon. Suorituskyvyn osa-alueiden tilannetiedoista muodostetut koosteet antavat perusteet ennusteiden laatimisella. Ennusteet suhteutetaan tehtävätarpeen mukaiseen käyttöprofiiliin ja toimintaympäristön muutoksiin, jolloin saadaan suorituskyvyn resurssi- ja muutostarpeet.

4. KUNNOSSAPITOSTRATEGIAN KEHITTÄMINEN

4.1. Kunnossapidon perusteet puolustusvoimissa

Tehokkaan organisaation tunnuspiirteinä on pidetty kontrolloitua, soaoptimoitua, linjakasta ja suunnitelmallisesti hyvää tulosta tuottavaa toimintaa. Nykyisessä kustannustehokkuutta vaativassa ympäristössä prosessit ovat edelleen välttämättömiä, mutta organisaation tulee kyetä oppimaan uusia toimintatapoja. Uudessa ympäristössä korostuvat tiedon ja asiantuntemuksen siirtäminen ja verkostoituminen. Ainutlaatuinen oma osaaminen, esimerkiksi erinomainen toimialantuntemus tai johdon suunnittelu, sekä kehitysvoimavarat, voivat olla oman kilpailukyvyn perusta, joka jää itselle. Kaikissa muissa toiminnoissa pyritään integroitumisen kautta löytämään synenergiaa kustannustehokkuudessa tai uusissa innovaatioissa. Puolustusvoimat on siirtymässä verkostoituneeseen toimintatapaan kunnossapidossa. Oma ydinosoaminen maanpuolustukselliset ja turvaluokitukselliset näkökohdat huomioiden hoidetaan itse. Muun materiaallisen suorituskyvyn ylläpidon osalta pyritään löytämään kumppanuuksien kautta kustannustehokas tapa toimia. [15]

Puolustusvoimien materiaalin kunnossapitomääräyksen mukaan kunnossapitojärjestelmään kuuluvat:

- Kunnossapidon henkilöstö ja osaaminen
- Kunnossapidon materiaali ja välineistö
- Kunnossapidon ohjeet
- Kunnossapidon infrastruktuuri
- Tukeutuminen, esimerkiksi kumppanuudet. [16]

Kunnossapidon vastuut jakautuvat suorituskyky-, järjestelmä- ja kunnossapitovastuuseen. Suorituskykyvastuullisia tahoja ovat puolustushaaraesikunnat, Pääesikunnan osastot ja sen alaiset laitokset, jotka vastaavat suorituskyvyn eri osa-alueiden kehittämisen koordinoinnista ja tavoitteen saavuttamisesta sekä ylläpitämisestä. Järjestelmävastuullisia tahoja ovat puolustushaarojen materiaalilaitokset ja Pääesikunnan alaiset laitokset. Vastuuna on materiaallisen valmiuden luominen ja ylläpitäminen suorituskykyvaatimusten ja suorituskyvyn rakentamisen ja ylläpitämisen resurssien puitteissa. Kunnossapitovastuullisia ovat puolustusvoimien laitokset, varikot, korjaamot ja huoltalat sekä kunnossapidon kumppanit. Vastuuna on asetettujen käyttövarmuusvaatimusten saavuttaminen ja käyttövarmuustilannekuvan ylläpitäminen. [16]

Kunnossapitojärjestelmä jakaantuu kahteen tasoon. Puolustusvoimien suorituskyky tuottaa tason yksi kunnossapidon joukko-osastoissa. Tavoitteena on varmistaa materiaalin käytettävyyttä ja palvelusturvallisuus. Tason kaksi kunnossapito tulee puolustusvoimien varikoilta ja laitoksilta sekä kunnossapidon kumppaneilta. Tavoitteena on säilyttää materiaali vaatimusten mukaissa toimintakunnossa tai palauttaa materiaali toimintakuntoon. Kaksitasoisessa kunnossapitojärjestelmässä on kyettävä arvioimaan esimerkiksi:

- Kunnossapidon tukea rauhanajan koulutusjärjestelmälle,
- Toiminnan tehokkuutta, palveluntuottokykyä ja kehittämismalleja,
- Kunnossapidon hintaa sekä
- Materiaallisen suorituskyvyn, käyttövarmuuden ja turvallisuuden täyttymistä. [16]

4.2. Suorituskykymateriaalin kunnossapitoon kohdistuvat haasteet

2000-luvun alussa tehdyn Puolustusministeriön selvityksen mukaan puolustusvoimat on tuottanut suurimman osan palveluista ja tuotteista itse, koska:

- On pyritty varmistamaan huoltovarmuus kaikissa oloissa

- Ei ole ollut kokemusta toiminnan ulkoistamisesta ja kumppanuudesta
- Oman toiminnan todellisten kustannusten arviointi on ollut vaikeaa.

Havaintojen perusteella tehty selkeä johtopäätös oli muutostarpeen tunnistaminen kohti joustavampaa ja tehokkaampaa toimintamallia. Valtioneuvoston turvallisuus- ja puolustuspoliittisessa selonteossa 2004 annettiin tavoitteita, jotka koskevat läpi organisaation kaikkia toimintoja, kuitenkin erityisesti logistiikkasektoria.

- Keskittyminen ydintehtäviin
- Kriisiajan tarpeiden huomioon ottaminen
- Palveluiden parantaminen ja toiminnan tehostaminen
- Kilpailun avautuminen ja lisääntyminen. [15]

Sotavarustuksen teknistyminen asettaa lisääntyviä vaatimuksia materiaalin kunnossapidolle ja täydennyksille. [4] Järjestelmien teknistyminen ja verkottuminen toisiinsa tekevät suorituskyvyn luomisesta monimutkaisempaa ja vaativampaa toimintaa. Aikaisemmin hankkeiden koordinoinnilla on pyritty resurssien tehokkaaseen käyttöön, nyt kompleksisiin järjestelmiin liittyvät hankkeet itsessään vaativat onnistuakseen koordinoitua. Elinjaksohallinnasta on tullut itseisarvo hankkeen onnistumiselle. Elinjakson hallinnassa materiaalisena haasteena on elektroniikan ja ohjelmistojen käyttökelpoisen eliniän lyhentymisen seurauksena tapahtuva suhteellisen suorituskyvyn vanheneminen. Järjestelmien pitäminen operointivaiheessa suorituskäytössä vaatii yhä enemmän resursseja. Toisena haasteena on kehittyvän suorituskyvyn seurauksena nousevat yksikkökustannukset. Uusi kalusto on teknisempää, mikä yhdessä kohonneen hankintahinnan kanssa nostaa kunnossapitokustannuksia. Lisäksi esiin nousevat henkilöstön osaamisvaatimusten nousu ja toimintakulttuurin muutos uusien haasteiden mukaisesti. [6] Järjestelmien monimutkaistumisen kautta joudutaan tilanteeseen, jossa järjestelmien hallinta edellyttää pitkälle erikoistunutta asiantuntijuutta. Kun toisaalta pyritään kustannustehokkuuteen, tarvitaan alaan erikoistuneiden yritysten suuruuden ekonomiaan perustuvaa tehokkuutta. [17]

Suorituskyvyn kustannustehokkuuden kannalta on keskeistä, että hankittu kalusto pidetään käyttökuntoisena. Resursseja ja kustannuksia sitoutuu joka tapauksessa, kun kalustoa hankitaan, joten olisi tärkeää huolehtia ylläpito-osaamisesta ja ylläpidon tehokkuudesta, jotta säästetään mahdollisimman korkea suoritteiden määrä. Maapuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan tutkimuksen mukaan puolustusvoimien kustannustietoisuudessa olisi huomattavan paljon kehitettävää. Varastojen arvoja ja kiertoa ei seurata, varastojen koko ei ole systemaattisen tai matemaattisen tarkastelun kohteena vaan perustuu nyrkkisääntöihin. Käyttäjäportaalla

ei ole riittävästi tietoa kunnossapidon kustannuksista ja ylipäättään vastuu kustannuksista ja suorituskyvystä jakaantuu liian monelle taholle, jolloin ohjaus ei toimi tehokkaasti. [7]

Korjaamopalveluiden kumppanuutta Pohjoisella maanpuolustusalueella selvittäneessä KUL-PI-hankkeessa havaittiin, että vastuu on nykytilanteessa pyrkinyt näennäisesti kertymään yhdelle ja samalle taholle. Käytännössä vastuu on kuitenkin hajautunut niin monille organisaationosille ja niiden toimijoille, että selkeä kokonaisvastuu on tosiasiallisesti kadoksissa. Tästä syystä tehokkaasta, nykyaikaisesta, kustannus- ja käytettävyyssperusteisesta toiminnanohjauksesta ei nykytilanteessa voida puhua. [18]

Käyttäjätasolla suurimmiksi haasteiksi kunnossapidossa on osoittautunut vahvistettujen huolto-ohjeiden puute, tiedonvaihdon, vastuunjaon sekä yhteistoiminnan puutteet eri toimijoiden välillä. Työn laadullisella tasolla on myös kehitettävää. Laadunhallinnassa korostuvat henkilöstön osaamisen hallinta ja laadun valvonta sekä reklamoinneista oppiminen. Jotta huoltohenkilöstöllä on toiminnan mahdollisuudet, täytyy hallinnollisella tasolla olla riittävä asiantuntemus järjestelmästä niin teknisellä kuin tilannekuvan tasoilla. Hallinnollisen tason täytyy myös kyetä kehittämään kunnossapitoa kokonaisvaltaisesti ja ennen kaikkea tarttua havaittuihin ongelmakohtiin suunnitelmallisesti. [13]

Julkisilla aloilla kustannus-, kunto-, tuotto- ja riskitietoisuus hallinnassa olevasta omaisuudesta ei ole tällä hetkellä korkealla tasolla. Näiden osa-alueiden taloudellisen ja toiminnallisen tehokkuuden mittaaminen ja läpinäkyvyyden lisääminen ovatkin julkisen hallinnon keskeisiä kehitysalueita. Kunnossapidon palveluiden hankinta esimerkiksi kumppanuuden kautta vaatii myös puolustusvoimien organisaatiolta selkeyttä ja osaamista. Yhteistyön ja sen kehittäminen mahdollistamiseksi on käyttöomaisuuden taloudellista ja toiminnallisesta tilasta oltava selkeä käsitys. [17]

4.3. Käyttöomaisuuden hallinta

Käyttöomaisuuden hallinnan tavoitteena on kokonaistehokkuuden optimointi ja kustannustehokkuus, joihin pyritään teknistaloudellisilla analyyseilla. Hyvään tuotanto-omaisuuden hallintaan kuuluvat: kokonaisvaltaisuus, systemaattisuus, riskien hallintaan nojautuminen, optimaalisuus ja kestävä kehitys. [19] Suorituskykyä tuottavan fyysisen käyttöomaisuuden hallinta ulottuu elinjakson jokaiseen vaiheeseen. Mitä enemmän pyritään kustannustehokkaaseen ennakoivaan kunnossapitoon, sitä enemmän korostuu etukäteen tehtävä suunnittelutyö.

Hankevaiheessa ennen suorituskvyn rakentamispäätöstä on tehtävä perusteelliset laskelmat kustannusten arvioimiseksi koko elinkaarelle suhteessa saavutettuun suorituskvyn. Hankkeen päätyttyä on operointivaiheessa suorituskvymaisuutta hyödynnettävä, ylläpidettävä, kehitettävä ja aikanaan siitä on myös luovuttava. Vaikka suorituskvyn tukeutumisen osaluue näkyy vasta operointivaiheessa, on kustannusten ja suorituskvyn suhteeseen vaikuttavat suunnitelmat tehty jo hankevaiheessa. Tällöin korostuvat suorituskvyn verkostoitumisen kautta eri sidosryhmien tarpeiden hallinta. Operointivaiheen tukeutumisen suunnittelu ja rakentaminen on aloitettava suorituskvyn elinjaksoa esisuunnitteluvaiheesta alkaen. Tavoitteena on suorituskvyn tuottavan fyysisen käyttöomaisuuden elinjakson aikaisen tuottavuuden ja arvon tuottokvyn optimointi. [17]

Kustannustehokkaan kunnossapitotoiminnan on täytettävä liiketoiminnan ehdot. Liiketoiminnan tuottavuus syntyy kustannusten ja tuottojen välisestä erotuksesta. Tuotantolaitoksen tärkeimpänä tehtävänä on tuottaa hyödykkeitä mahdollisimman tehokkaasti. Tämä on myös kunnossapidon tärkein tehtävä. [9] Kun kyseessä on suorituskvyn kaltainen tuottamaton ominaisuus, keskittyy liiketoiminnan tehokkuus kustannusten hallintaan. On siis pyrittävä mahdollisimman korkeaan suorituskvyn koko järjestelmän elinjakson aikana suhteessa kustannuksiin. Suorituskvyn on luotava mitattava taso, johon kustannusten muodostumista voidaan verrata. Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan tutkimukseen tehdyissä haastatteluisa nousi esille kolme päätäpää vaikuttaa ylläpidon kustannuksiin:

- Sama tuote- tai järjestelmäkonfiguraatio kuin muillakin käyttäjillä (standardisointi)
- Yhteiset varaosavarastot muiden käyttäjien kanssa mahdollisuuksien mukaan toimittajan kanssa yhteistyössä
- Varaosien ja muiden materiaalien yhteisostot. [7]

Käyttöomaisuuden hallinnan tehokkuutta voidaan kehittää resurssihallinnan kehittämisen, omaisuuden hallinnan kehittämisen ja kokonaistuottavuuden kehittämisen vaiheiden kautta. Ensimmäisessä vaiheessa ulkoistetaan paljon resursseja vaativa rutiini kunnossapito ja tukipalvelut. Kunnossapitopalvelun tarjoavan yrityksen kilpailuetu suhteessa omaan organisaatioon perustuu suuruuden ekonomiaan ja tehokkuuteen perustyn johtamisessa ja organisoinnissa. Toisessa vaiheessa ulkoistetaan enenevässä määrin myös vastuuta kunnossapidon hallinnasta ja tehostamisesta. Kolmannessa vaiheessa ulkoistetaan myös vastuu tuotannon kokonaistehokkuudesta ja sen kehittämisestä. Kehittämisvastuu kattaa kaiken käyttövarmuuden osalta: organisaation, järjestelmät ja laitekannan. Käyttöomaisuuden hallintaan liittyy toisaalta omaisuuden arvon ylläpitäminen kunnossapidon avulla ja toisaalta omaisuuden tuottavuuden

lisääminen. Myös käyttöomaisuuden hallinnan palveluja tarjoavan yrityksen menestys markkinoilla rakentuu edellä esitettyjen kolmen vaiheen kautta, joissa peruspalveluiden kautta siirytään kokonaisvaltaiseen hallintaan. Koska kunnossapidon osaaminen on paljolti resurssi-intensiivistä perustyötä, korostuu ensimmäisessä vaiheessa työn tehokkuus, työnjohdollinen osaaminen ja organisointikyky. Toisessa vaiheessa tuottavuuden parantaminen edellyttää tuotantoprosessin ja sen mahdollisuuksien ymmärrystä sekä vaiheittain investointeja uuteen teknologiaan, automaatioon ja tuotannon ohjausjärjestelmiin. Kolmannen vaiheen tuottavuuden kehittämisessä korostuvat asiantuntijapalvelut, jotka pohjaavat toisaalta tuotantotalouden ja tuotantoteknologian osaamiseen. [17]

Monet ulkoistamisen kautta syntyneet kunnossapitoyritykset pyrkivät kasvattamaan omaa rooliaan arvoketjussa laajentamalla toimintaansa perusasennuksista kumppanuuteen ja kokonaisvastuullisempaan omaisuuden hallintaan ja sen tuottavuuden parantamiseen. Resurssi-intensiivinen kunnossapito mahdollistaa vahvan läsnäolon, ja sitä kautta ymmärryksen asiakkaan prosesseista ja tarpeista. Pidemmällä tähtäimellä kunnossapitoyritysten tavoitteena on kantaa laajempaa vastuuta myös kokonaistuottavuuden kehittymisestä. [17]

Julkishallintoon kohdistuvat tehokkuustavoitteet korostavat käyttöomaisuuden hallintaan erikoistuneiden yritysten tarvetta. Järjestelmän laitetoimittaja tai kunnossapidon palveluyhtiö antavat erikoisalan asiantuntijuuden lisäksi puolustusvoimille mahdollisuuden keskittyä omaan ydinosamiseen ja suorituskyvyn optimointiin suhteessa toimintaympäristöön. Pyrkimys kokonaistehokkuuden hallintaan vaatii kustannusten läpinäkyvyyttä, kilpailuttamista ja joustavuutta, joka saadaan palveluita ostamalla. [17]

4.4. Kunnossapidon strategian kehittäminen

Kunnossapitostrategialla määritellään ne kunnossapidon tavoitteet ja menetelmät, joilla saavutetaan liiketoiminnalle asetetut tavoitteet. Strategian toteuttamisen yksityiskohtaiset toimenpiteet määritellään kunnossapitosuunnitelmassa. Liiketoiminnan tavoitteiden tulee ohjata myös kunnossapidon tavoitteita. Laaditaan strategian mukainen suunnitelma järjestelmien ylläpitämiseksi ja valitaan kohteet, joissa tehdään kuntoon perustuvaa kunnossapitoa tai korjaavaa kunnossapitoa. Strategian laatimiseen vaikuttavia reunaehtoja ovat esimerkiksi kunnossapidon suorituskyvyn tavoitteet, taloudelliset resurssit, viranomaismääräykset ja toimintaympäristön tilanne. Strategiaa laadittaessa tehdään valintoja johtamisen, toiminnan organisoinnin, henkilöstön, töiden suunnittelun ja hallinnan eri vaihtoehtojen välillä. [19]

Kunnossapidon ensimmäinen peruskysymys liittyy omistajuuteen ja organisointiin. Kunnossapito voidaan jakaa omistajuuden perusteella sisäiseen kunnossapitoon, yhtiöitettyyn tehdas-palveluosastoon ja ulkopuoliseen palveluyritykseen. Myös näiden yhdistelmät ovat mahdollisia. Kunnossapidon toinen peruskysymys liittyy töiden suunnitteluun ja hallintaan. Kuntoon perustuvan kunnossapidon osalta voidaan käyttää eri menetelmiä luotettavuuden hallintaan. Menetelminä voivat olla:

- Laatujohtannaiset strategiat, Six Sixma,
- Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (TPM),
- Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM),
- Virtaviivaistettu luotettavuuskeskeinen kunnossapito (SRCM, Streamlined RCM).

Kaikki menetelmät pyrkivät suunnitelmalliseen kokonaistehokkuuden hallintaan painottaen eri asioita. [8, 9, 19]

Laatujohtannaisiin strategioihin kuuluvat laatuohjelmat ja -järjestelmät sekä *Six Sigma*. Tavoitteena näillä on työtehtävien suorittaminen virheettömästi heti ensimmäisellä kerralla tekemällä oikeita asioita oikein. Menetelmillä pyritään saamaan prosessin tulos mahdollisimman tasalaatuiseksi eri laatutyökaluja käyttämällä. Six sigma pyrkii prosessien kautta minimoimaan laatuvariaatioita, muiden menetelmien keskittyessä enemmänkin virheiden välttämiseen. *Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (Total Productive Maintenance, TPM)* perustuu käyttäjän suorittamaan valvontaan koneen puhdistustusten, tarkastusten ja muiden säätötoimenpiteiden yhteydessä. TPM yhdistää laitteen käytön ja kunnossapidon tavalla, jota voidaan kutsua käynnissäpidoksi. Havaintokeinot ovat lähinnä käyttäjän omiin aisteihin perustuvia. *Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (Reliability Centred Maintenance, RCM)* on menetelmä ehkäisevän kunnossapito-ohjelman luomiseksi, joka perustellusti ja tehokkaasti mahdollistaa laitteistoilta ja rakenteilta vaadittujen turvallisuus- ja käytettävyydestasojen saavuttamisen. Tavoitteena on parantunut turvallisuus, käytettävyyden ja taloudellisuus. Koska RCM on menetelmänä erittäin raskas, on kehitetty *virtaviivaistettu luotettavuuskeskeinen kunnossapito (Streamlined Reliability Centred Maintenance, SRCM)*. Erona RCM:n kaikista kaiken selvittämiseen SRCM voi käyttää jo olemassa olevaa samankaltaista materiaalia ja lähtötietoa, näin keventäen menetelmän raskautta. [9]

Menetelmiä voidaan myös yhdistellä, kuten tehdään esimerkiksi arvoperusteisen kunnossapidon strategiassa, josta yleensä käytetään sen englanninkielistä nimitystä Value Driven Maintenance tai Asset Management. Arvoperusteinen kunnossapito pyrkii saamaan tuotantolaitokseen sijoitetulle pääomalle maksimituoton kunnossapidon ollessa yksi avainprosesseista.

Käyttöomaisuuden hallinta perustuu systemaattiseen ja säännölliseen tiedon analysointiin ja niistä johdettuihin kehitystoimenpiteisiin. Tämä edellyttää tietenkin luotettavaa tilannetietoa kunnossapidettävästä tuotantolaitoksesta. [12] Puolustusvoimat ei toiminnassaan pyri maksimoimaan taloudellista tuottoa, mutta sijoitetulla pääomalla pyritään saamaan maksimi suorituskky. [8]

Arvoperusteisessa kunnossapidossa yhdistetään kunnossapito ja käynnissäpito. Koneiden ja prosessien käyttäjät osallistuvat kunnossapidon toimintoihin. Arvoperusteinen kunnossapidon käyttöomaisuuden hallinta ja ja sen päätöksenteko perustuvat systemaattiseen ja säännölliseen tiedon analysointiin ja niistä johdettuihin kehitystoimenpiteisiin. Tämä edellyttää sitä, että kunnossapidon tietojärjestelmästä saadaan kattavasti tietoa ja että saatava tieto on luotettavaa. Tärkein päätöksenteon peruste on tilastoihin perustuva seuranta ja analysointi. [9]

Kunnossapidon toimintatapojen syntyemisessä on järjestelmän toimittajan antamalla ohjeistuksella usein suuri merkitys. Tällöin syntyvät järjestelmän kunnossapidon rutiinit ilman tarkkaa tietoa rutiinien vaikutuksista ja merkityksestä kokonaistehokkuudelle. On mahdollista, että kunnossapitohenkilöstön aika kuluu vähemmän tärkeisiin töihin joiden lisäksi syntyy turhia materiaalikustannuksia. Yksi arvoperusteisen kunnossapidon keskeinen tavoite on keskittää kunnossapitohenkilöstön aika ja kehitystoimenpiteet analyttisesti valittujen prosessien kriittisiin laitteisiin ja toimintoihin. Eli määritellään ja priorisoidaan ensin oikeat työt ja toteutetaan ne sitten tehokkaasti. [12]

Käyttöomaisuuden luonteeseen kuuluu sen pitkäikäisyys, jolloin elinjakson aikaisilla toimenpiteillä on suuri merkitys tuottavuuden säilymiselle. Kunnossapidon hallinnalla on suuri merkitys pitkän tähtäimen tuottavuudelle. Kunnossapidon suunnittelu jää kuitenkin usein teknisen suunnittelun varjoon. Suorituskykyä ja kustannuksia tarkasteltaessa elinjakson hallinnan näkökulmasta tämä ei ole optimaalisin tapa. Kunnossapito vaatii kattavan suunnittelun ja järjestelmän kokonaisvaltaisen nykytila-analyysin, jossa huomioidaan kunnossapitokustannusten lisäksi esimerkiksi henkilöstön osaamisen hallinta ja sen kustannukset sekä menetelmät ja järjestelmäkehityksen avulla saavutetut hyödyt. Asetetut mittarit ovat aina tapauskohtaisia, mutta tyypillisesti mitataan teknistä käytettävyyttä, toteutunutta tuotantokapasiteettia, laatuhävikkiä sekä ennaltaehkäisevän kunnossapidon kustannuksia suhteessa kokonaiskustannuksiin. Arvoperusteinen kunnossapito edellyttää kokonaisvaltaista nykytila-analyysiä ja kunnossapidon perussuunnittelua järjestelmäkohtaisesti. [9, 12]

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1. Suorituskyvyn asettamat vaatimukset

Suorituskyky on järjestelmä, jonka ylläpitämiseen kunnossapito tähtää. Suorituskyvyn ylläpitäminen ulottuu myös henkilöstöön ja käyttöperiaatteisiin, mutta ennen kaikkea se on ymmärrettävissä suorituskykymateriaalin kunnossapidoksi. Suorituskyvyn ylläpitäminen sisältää suunnitelmalliset elinjaksopäivitykset vastaamaan muuttunutta toimintaympäristöä. Suorituskyvyn ylläpitämisen tulee olla aktiivista elinjakson operointivaiheen aikana. Menetelmänä voidaan käyttää vaatimusten hallintaa. Materiaalisen suorituskyvyn lisäksi tulee arvioida organisaation eli henkilöstön kykyä tuottaa tehokkaasti suorituskykyä. Käyttöperiaatteiden muodostama suorituskyvyn tehokkuus heijastuu henkilöstön ammattitaidosta. Korkeassa suorituskyvyn kokonaistehokkuudessa korostuvat materiaalin ja henkilöstön suorituskyvyn ylläpitäminen.

Uusiin investointeihin liittyviä riskejä voidaan välttää ja saada kustannustehokkaampaa suorituskykyä elinjakson pidentämisellä. Uuden suorituskyvyn rakentamisen riskejä ja kustannuksia voidaan pienentää joko elinjaksopäivityksellä tai investoimalla käytettyyn materiaaliin. Käytetty materiaali voi sisältää riskejä sen käyttövarmuustasoon liittyen, jos materiaalin käyttövarmuushistoriaa ei ole olemassa. Jos dokumentoitu historiatieto saadaan järjestelmän komponenttitasolta asti käyttöön, on teknisen tilannekuvan muodostaminen mahdollista. Ilman historiatietoa tekninen tilannekuva muodostuu oman käyttö- ja kunnossapitohistorian kautta, jolloin riskiksi muodostuvat suorituskykyvaje ja elinjaksokustannusten ennustamaton kohoaaminen. Myös uuteen kalustoon sisältyy korkea riski käyttövarmuustason alhaisuudesta, jos hankitaan kehitysvaiheessa olevaa materiaalia tai pyritään liiaksi muokkaamaan materiaalia omien vaatimusten mukaisesti. Järjestelmien tekninen monimutkaisuus ja taloudellinen kilpailu osaltaan vaikuttavat järjestelmien keskeneräisyyteen elinjakson rakentamisvaiheessa ja jopa operointivaiheen alkaessa. Järjestelmän kuntoluokituksessa onkin syytä painottaa toimintakuntoisuutta järjestelmän uutuuden sijaan.

5.2. Kunnossapito osana käyttöomaisuuden hallintaa

Perinteinen kunnossapidon rooli on muuttunut mutterin vääntämisestä erikoistuneeseen asiantuntijuuteen. Syitä tähän on muun muassa järjestelmien tekninen monimutkaistuminen, kustannustehokkuuteen ja sen läpinäkyvyyteen pyrkiminen, sekä ydinprosesseihin keskittyminen.

Kaikkia yhdistää perimmäinen tarkoitus tuottaa sijoitetulle pääomalle tuottoa mahdollisimman tehokkaasti. Puolustusvoimat ei muodosta poikkeusta liiketoiminnan lainalaisuuksiin nähden. Sijoitettu pääoma on kansallista maanpuolustusomaisuutta, jolle on pyrittävä saamaan mahdollisimman tehokas suorituskyyvyssä mitattava tuotto annetuilla resursseilla. Merkittävimmän poikkeuksen liiketoiminnan lainalaisuuksista muodostavat kriittisten suorituskyyvyjen vaatima korkea oma-varaisuusaste sekä materiaalin että osaamisen suhteen.

Käyttöomaisuuden hallinnan näkökulmien mukaisesti pitäisi entistä enemmän luopua perinteisestä yksittäisen suoritteen palveluperiaatteesta ja siirtyä tarkastelemaan suorituskyyvyn tuottavuutta kehittäviä kokonaisvaltaisia palveluprosesseja. Arvioitaessa yksittäistä kunnossapitosuoritusprosessia voidaan saavuttaa erittäin hyviä tuloksia kokonaisuuden kustannuksella. Tämä on tyypillinen yksittäisen suorituksen optimoinnista johtuva linjaorganisaation ongelma. Sen sijaan kokonaisvaltaisella asiakkaalta-asiakkaalle-prosessissa rakennetaan kaikkien yhteistyöllä asiakkaan vaatimuksien mukainen palvelu. Rajapinnat on häivytetty yhteistyöllä, jolloin asiakkaan haluaman palvelun tuottaminen nähdään kokonaisvaltaisena vaatimuksena.

Tärkeimpien prosessien kannalta on tärkeää määritellä jokaiselle toiminnolle asiakas. Jos asiakasta ei onnistuta määrittelemään, seurauksena saattaa olla huonoja ja ydintoiminnan kannalta epäolennaisia tuloksia. Prosessiajattelun mukaisesti kunnossapidollekin on määritettävä sekä asiakas että omistaja, jotka omaavat riittävät teknisen tiedot järjestelmästä. Prosessia kuvatessa selkein hyöty saavutetaan rajapintojen kautta määrittelemällä yhteistyö ja tiedonkulku syötteiden ja tuotosten muodossa. Myös asiakkaalla on selkeät velvollisuudet kunnossapitoyritystä kohtaan. Kokonaisvaltaisen käyttöomaisuuden hallinnan tavoitteena tulee olla pitkäjänteinen ja läheinen yhteistyösuhde eri toimijoiden välillä.

Kunnossapidon asiakassuhteen kehittäminen vaatii suunnitelmallisuutta. Tällöin tarvitaan riittävän pitkälle aikavälille ulottuvat kunnossapidon kapasiteettitarpeet. Kunnossapidon tarpeiden perusteella voidaan laatia henkilöstölle osaamisen hallinnan kautta tulevat osaamisprofiilit. Monimutkaisten teknisten järjestelmien osaamisen hallinta on vaikeampi ja hitaampi saavuttaa, kuin varaosa-, työkalu- tai materiaalit tarpeet. Kunnossapitotarpeiden tulisikin perustua järjestelmien elinjakson hallinnan mukaan laadittuihin kunnossapidon vuosityösuunnitelmiin. Suunnitelmallinen toiminta on tarpeen ajoittaa usean vuoden aikajänteelle, esimerkiksi puolustusvoimien toiminnan ja resurssien suunnittelun mukaisesti neljälle vuodelle, joista ensimmäinen vuosi suunnitellaan tarkasti.

Suorituskyvyn ylläpitämisessä on löydettävä tasapaino riittävän suorituskyvyn ja annettujen resurssien välillä. On siis tärkeää, että kunnossapidossa huomioidaan kustannusvaikutukset myös tehtyjen kunnossapitoratkaisujen jälkeen. Jotta toimintaa voidaan kehittää, on tarve katsoa taaksepäin mitä tehdyt ratkaisut ovat maksaneet. Ongelmaksi voi muodostua sitoutuminen laitetoimittajan kunnossapitoon tai ohjeistukseen järjestelmälle myönnetyn takuun muodossa. Tällöin resurssit voivat kohdistua väärin työsuorituksiin ja materiaaliin. Myös ehkäisevän kunnossapidon ongelmaksi voi muodostua kustannusten kohdistuminen turhiin työsuorituksiin ja varaosiin. Kummassakin tapauksessa, vaikka syyt ovat erilaiset, ratkaisun tulisi perustua teknisen tilannekuvan tuottamaan tietoon järjestelmästä.

5.3. Tekninen tilannekuva ja kunnossapidon järjestelyt

Tekninen tilannekuva on tärkein osa-alue pyrittäessä suorituskyvyn maksimi tehokkuuteen minimi kustannuksilla. Tilannekuvalla on suurin merkitys toisaalta suorituskykytason seuraamisessa ja toisaalta kunnossapidon suunnittelussa. Molemmat tilannekuvat tulee muodostaa samoilla mittareilla samoja syötteitä käyttäen. Kunnossapidon teknisen tilannekuvan muodostaminen vaatii kuitenkin huomattavasti laajemmin asetettuja, tarkempia ja reaaliaikaisempia mittareita, kuin suorituskyvyn seuraamiseen vaaditaan. Suorituskyvyn tilannekuvaan riittää yksinkertaisimmillaan neliportaiseen kuntoluokitukseen perustuva järjestelmien luokittelu toimintakunnon mukaan.

Ennakoivan kunnossapidon suunnittelun kannalta teknisen tilannekuvan tuottama tieto on ensiarvoisen tärkeä. Ilman järjestelmien teknistä tilannekuvaa ei voida tehdä kattavaa kunnossapitosuunnittelua, jolloin suorituskyvyn ylläpitäminen ei ole mahdollista. On myös huomattava järjestelmien päivittämisen liittyvän olennaisesti suorituskyvyn ylläpitämiseen ja mahdolliseen kehittämiseen. Teknisestä tilannekuvasta on mahdollista saada perusteet komponenttien vaihtamiselle modernisoinnin yhteydessä. Jos tilannekuvasta saatujen toteumien mukaisesti järjestelmän komponentti on vaihdettava tuhannen käyttötunnin jälkeen, voidaan kaikkien järjestelmien samojen komponenttien vaihto suunnitella järjestelmän päivittämisen yhteyteen. Lisäksi ennen päivittämistä voidaan järjestelmien käyttöä tasata, jolloin toimintakuntoisten järjestelmien osuus säilyy suurena päivittämiseen saakka. Järjestelmiä ei ole tarpeen ajaa loppuun päivittämistä odottamaan. Tämä tietenkin edellyttää komponentin vikaantumishistorian tuntemista ja luotettavien ennusteiden tekemistä.

Hankevaiheessa kunnossapidon systemaattinen suunnittelu kunnossapitokonseptiksi jää helposti teknisen suunnittelun varjoon. Hankevaiheessa pitää ymmärtää kunnossapidon ratkaisujen merkitys sekä elinjakson kustannusten että kriittisten järjestelmäelementtien huolto- ja varaosavarmuuden kannalta. Kunnossapitokonseptissa pitää selvittää ainakin kunnossapidon järjestelyitä, sekä suorituskyvyn ja käyttöprofiilin vaatimuksia kunnossapidolle suhteessa elinjaksokustannuksiin.

Järjestelmätoimittajan vaikutus kunnossapitoon on ilmeinen. Järjestelmätoimittajan vastatessa kunnossapidosta mukaan lukien varaosien ja osaamisen hallinta, voi kyky suorituskyvyn ylläpitämiseen tapahtua jopa kotimaan ulkopuolella kustannusperusteisesti. Kun järjestelmälle hankitaan toimittajan vikaantumisennusteen mukaisesti varaosia ja omalle kunnossapitohenkilöstölle kyky korjauksiin, saavutetaan järjestelmälle ainakin huoltovarmuus myös kriisin aikana. Vähintäänkin toimittajan vaikutus tulee kunnossapito-ohjeistuksen muodossa, jolloin kunnossapidonresurssien kohdennus voi tapahtua väärin perustein. Järjestelmän käyttäjillä on erilainen käyttöprofiili ja toimintaympäristö, jolloin kunnossapidon erityisvaatimukset korostuvat.

Vaadittu suorituskyykytaso asettaa vaatimuksia kunnossapidon suunnittelulle. Kustannuksien kannalta yksinkertaisinta on odottaa, että järjestelmään tulee vika, jolloin suoritetaan välitön tai siirretty korjaava kunnossapito. Tarvittava varaosa tilataan järjestelmän toimittajalta, jolloin myöskään varaosiin ei sitoudu kustannuksia. Kriittisillä suorituskyyvyillä edellä kuvattu aiheuttaa korkean riskin suorituskyykyvajeesta, koska järjestelmillä ei ole käyttövarmuutta. Tilannekuvan muodostamaan vikahistoriaan perustuen voidaan suorittaa sekä ehkäisevää kunnossapitoa että varautumista riittävällä varaosakapasiteetilla. Kunnossapidon osalta on ratkaistava miten taataan riittävä suorituskyyky. Vikaennusteeseen perustuen voidaan ennakkoivasti vaihtaa toimivia elementtejä, jolloin suorituskyyky säilyy koko ajan. Toisaalta vikaennusteen perusteella voidaan varautua kunnossapitoon varastoiduilla varaosilla ja huoltokapasiteetilla. Teknisestä tilannekuvasta saadaan ennuste varaosakulutuksesta. Varaosien toimitusajat voivat olla useita kuukausia, jolloin pahimmillaan joudutaan lainaamaan tarvittava osa toimivasta järjestelmästä.

5.4. Tarkastelu ja jatkotutkimus

Lähteiden kokonaismäärä on tutkimuksessa rajallinen. Yleisesti kunnossapidosta on olemassa runsaasti lähdeaineistoa, mutta puolustusvoimissa suoritettuja tutkimuksia ja aineistoa on vä-

hän. Puolustusvoimien kunnossapito on kumppanuussopimusten myötä siirtynyt uuteen vaiheeseen, josta ei ole vielä julkaistua kokemusperäistä tietoa. Tutkimus on rajattu yleiselle tasolle, koska aihealue on erittäin laaja ja moniulotteinen. Aiheen syvällinen käsittely edellyttää alaan laaja-alaisesti koulutuksen ja kokemuksen kautta perehtynyttä tutkijaa.

Tutkimuksen aihealue on erittäin ajankohtainen, mitataan sitä sitten puolustusvoimissa kohdennettavien resurssien tai suorituskykyjen kokonaistehokkuuden kannalta. Aiheen merkitys ei tule tulevaisuudessa vähentymään, päinvastoin. Jatkotutkimuksella käyttöomaisuuden hallinnan vaikutuksia olisi mahdollistaa laajentaa ja syventää. Jatkotutkimusta tulisi tehdä sekä teoreettisella tasolla että ennen kaikkea ulkoistamisen kautta saatujen kokemusten perusteella.

TUTKIELMAN LÄHDELUETTELO

- [1] Pääesikunta. Puolustusvoimien logistiikkastrategia 2009–2020. Helsinki 2008.
- [2] Halmo, Sami. Valmiusprikaatin ilmatorjuntajärjestelmien huolto 2010-luvulla. EUK-tutkielma. Helsinki 2006.
- [3] Seppänen, Juha. Merivoimien kunnossapidon tukeutuminen maavoimien kunnossapitojärjestelmään. EUK-tutkielma. Helsinki 2006.
- [4] Pääesikunta. Kenttäohjesääntö yleinen osa. Edita Prima Oy. Helsinki 2007.
- [5] Hemminki, Petteri. Vaatimustenhallinta elinjakson operointivaiheen aikana. YEK-tutkielma. Helsinki 2009.
- [6] Kosola, Jyri. Suorituskyvyn elinjakson hallinta. Edita Prima Oy. Helsinki 2007.
- [7] Suomala, Petri & Uusi-Rauva, Erkki. Elinkaarenaikainen kustannustehokkuus- ja suorituskykytieto päätöksenteon tukena. Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta. Helsinki 2008.
- [8] Tolmunen, Kalevi. Elinjakson hallinta SAP-tietojärjestelmän avulla. AMK-opinnäytetyö. Hämeenlinna 2008.
- [9] Järviö, Jorma, toim. Kunnossapito. Kotkan kirjapaino Oy. Hamina 2007.
- [10] Pääesikunta. Puolustusvoimien materiaalin kunnossapito, HF1535. Helsinki 14.12.2009.
- [11] Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS EN 60300-2: Luotettavuuden hallinta. Osa 2: Ohjeita luotettavuuden hallintaan. Helsinki. 2004.
- [12] Lepikko, Juha. Arvoperusteinen kunnossapito – uusi ismi vai kunnossapitostrategioiden uusi perusta? Kunnossapito 5/ 2006.
<http://www.kupinet.fi/documentindex.asp?id=2100&type=1&show=1>
- [13] Harju, Kai. 35 ITK 88 Oerlikon ennakoiva kunnossapito. AMK-opinnäytetyö. Riihimäki 2008.

- [14] Ruohomaa, Heikki. Logistiikka. HAMK luentoesitys. Valkeakoski 2005.
- [15] Illi, Mikko. Strategisella kumppanuudella saavutettavat hyödyt Puolustusvoimien ampumatarvikkeiden ja räjähteiden elinkaaren hallinnassa. EUK-tutkielma. Helsinki 2009.
- [16] Pääesikunta. Suorituskyvyn elinjakson hallinta Puolustusvoimissa, HD601. Helsinki 21.12.2007.
- [17] Vaattovaara, Matti & Sipilä, Olli. Fyysisen käyttöomaisuuden hallinnan taustaselvitys. Teknologiakatsaus 170/2005. Tekes Helsinki 2005.
<http://www.tekes.fi/julkaisut/fyysisen.pdf>
- [18] Laitinen, Risto, toim. Korjaamopalveluiden kumppanuushanke KULPI 2005. Helsinki 28.4.2004.
- [19] Henry Mikkonen, toim. Kuntoon perustuva kunnossapito. Savion kirjapaino Oy. Kerava 2009.